

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE

INGENIERÍA QUÍMICA



**“LEAN SIX SIGMA Y LA MEJORA DE LA CALIDAD EN EL
PROCESO DE PINTADO DE VIGAS METÁLICAS PARA LA
CONSTRUCCIÓN EN ACERO. CASO J. E. ZEA E.I.R.L.”**

**SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN GERENCIA DE LA CALIDAD Y DESARROLLO
HUMANO**

CARMEN BEATRIZ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Carmen", with a horizontal line underneath.

2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Carmen Beatriz Rodríguez Rodríguez", enclosed in an oval shape.

PROLOGO DEL JURADO

La presente Tesis fue Sustentada por la señorita bachiller RODRÍGUEZ RODRIGUEZ CARMEN BEATRIZ ante el JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS conformado por los siguientes Profesores Ordinarios:

Dr. Alvarado Bravo Nestor Marcial	PRESIDENTE
Mg. Rodríguez Vílchez Ricardo	SECRETARIO
Mg. Reyna Segura Ana María	VOCAL
Mg. Montero Arteaga Wimpper Daniel	VOCAL
MBA. Porlles Loarte Jose Angel	ASESOR

Tal como este asentado en el Libro N° 01 – Acta N°036 de fecha 12 de enero del año 2022 para obtener el Grado Académico de Maestro en Gerencia de la Calidad y Desarrollo Humano de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado con Resolución de consejo Universitario N° 245-2018-CU de fecha 30 de octubre de 2018.

DEDICATORIA

A mis padres Hilda y Rolando y mi hermano David, por su apoyo y confianza y por ser el motor de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Al Magister José Porlles por los conocimientos compartidos y a su inmensa paciencia. A los profesores de la Facultad de Ingeniería Química gracias.

A mi familia por el apoyo y la comprensión en este largo camino para obtener el grado de Maestro.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
RESUMO	8
INTRODUCCIÓN	9
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1. Descripción de la realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema.....	21
1.3. Objetivos	22
1.4. Limitante de la investigación	22
II. MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes: Internacionales y nacionales.....	24
2.2. Bases teóricas	26
2.2.1. Proceso de pintado	26
2.2.2. Calidad.....	41
2.2.3. Lean Manufacturing	42
2.2.4. Six Sigma.....	44
2.2.5. Lean Six Sigma	46
2.2.6. El costo de la calidad	47
2.3. Conceptual	48
2.4. Definición de términos básicos	50
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	51
3.1. Hipótesis.....	51

3.2. Definición conceptual de variables	51
3.2.1. Operacionalización de variable	56
IV. DISEÑO METODOLÓGICO	57
4.1. Tipo y diseño de investigación.....	57
4.2. Método de investigación	58
4.3. Población y muestra	58
4.4. Lugar de estudio	59
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	59
4.6. Análisis y procesamiento de datos	63
V. RESULTADOS.....	64
5.1. Resultados descriptivos.....	64
5.2. Resultados inferenciales.....	70
5.3. Otro tipo de resultados de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis	80
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	81
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.....	81
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares	82
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	84
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES	87
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	91
VIII. ANEXOS	97
Anexo 1. Matriz de consistencia	98
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos	99
Anexo 3. Validación del instrumento de medición	104
Anexo 4. Carta de consentimiento.....	110

Anexo 5. Matriz de datos	111
Anexo 6. Declaración jurada de ser el autor de la investigación	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Consumo aparente de acero (miles de tm)	13
Tabla 2 Producto bruto interno periodo 2011-2018 para los sectores relacionados con el crecimiento de la industria metalmecánica.....	14
Tabla 3 Disconformidades por defectos de aplicación	19
Tabla 4 Importancia en base a la atención prestada por el asistente de	34
Tabla 5 Satisfacción en base a la atención prestada por el asistente de campo	35
Tabla 6 Normas relacionadas a la inspección de pintura y diluyentes	39
Tabla 7 Normas relacionadas a la preparación de pintura	39
Tabla 8 Normas relacionadas a la aplicación de pintura.....	40
Tabla 9 Normas relacionadas a la evaluación final	41
Tabla 10 Conceptos de calidad.....	52
Tabla 11 Operacionalización de variables	56
Tabla 12 Distribución de la población	59
Tabla 13 Escala de Interpretación de la magnitud del coeficiente de confiabilidad	61
Tabla 14 Confiabilidad del instrumento	62
Tabla 15 Valides del instrumento	63
Tabla 16 Distribución del nivel de Lean Six Sigma	64
Tabla 17 Distribución del nivel de las dimensiones de Lean Six Sigma.....	66
Tabla 18 Distribución del nivel mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero.....	68
Tabla 19 Distribución del nivel de las dimensiones de mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero	69
Tabla 20 Prueba de normalidad.....	72
Tabla 21 Relación de pruebas de correlación a usar	73
Tabla 22 Rangos respecto al grado de correlación según bisquerra	74
Tabla 23 Prueba de correlación entre Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero....	75

Tabla 24 Prueba de correlación entre requisitos de la calidad y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero	76
Tabla 25 Prueba de correlación entre eficiencia y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero	77
Tabla 26 Prueba de correlación entre fuerza laboral y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero.....	78
Tabla 27 Prueba de correlación entre liderazgo y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama pareto	18
Figura 2 Mapa conceptual.....	20
Figura 3 Diagrama de flujo del proceso	27
Figura 4 Porcentaje de áreas procesadas de acuerdo al tipo de elemento	29
Figura 5 Elementos estructurales tipo viga	30
Figura 6 Defectos visuales más comunes en la aplicación de pintura	31
Figura 7 Gráfico de corridas del sistema de medición por elemento e inspector	32
Figura 8 Relación entre las variables	55
Figura 9 Distribución del nivel de Lean Six Sigma	65
Figura 10 Distribución del nivel de las dimensiones de Lean Six Sigma.....	67
Figura 11 Nivel mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero	68
Figura 12 Distribución del nivel de las dimensiones de mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero.....	70
Figura 13 Nivel de significancia 0.05.....	71

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo determinar la relación que existe entre la variable Lean Six Sigma y la variable mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L. El enfoque de la investigación es cuantitativo, correlacional y transversal y el método usado corresponde al método hipotético deductivo. La población está conformada por 15 colaboradores, pertenecientes a la empresa J.E. ZEA E.I.R.L, la cual se encuentra ubicada en la zona de Jicamarca, distrito de San Antonio de Chaclla en la provincia de Huarochirí en la Región Lima. La técnica usada es la encuesta y el instrumento el cuestionario. La validación se realizó mediante juicio de expertos y para la confiabilidad se usó Coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose una fuerte confiabilidad con un valor de 0,856. Para determinar la normalidad de los resultados se aplicó la prueba de Shapiro – Wilk. Es así que se determinó el uso de la prueba no paramétrica del coeficiente de Spearman para las distribuciones no normales y la prueba de Pearson para las distribuciones normales. Los resultados evidencian una relación directa y significativa entre las variables, evidenciado por el coeficiente de correlación de Pearson = 0,759, el cual muestra una correlación directa y alta y un p-valor < 0.010, es decir muy significativo.

Palabras clave: Lean, Six Sigma, calidad, proceso de pintado, acero.

RESUMO

O objetivo deste trabalho de pesquisa é determinar a relação que existe entre a variável Lean Six Sigma e a variável de melhoria da qualidade no processo de pintura de vigas metálicas para construção em aço, no caso de J.E. ZEA E.I.R.L. A abordagem da investigação é quantitativa, correlacional e transversal e o método utilizado corresponde ao método hipotético dedutivo. A população é composta por 15 colaboradores, pertencentes à empresa J.E. ZEA E.I.R.L, localizada na região de Jicamarca, distrito de San Antonio de Chaclla, província de Huarochirí, região de Lima. A técnica utilizada é o inquérito e o instrumento o questionário. A validação foi realizada por meio de julgamento de especialistas e utilizado o Coeficiente Alfa de Cronbach para confiabilidade, obtendo-se confiabilidade forte com valor de 0,856. Para determinar a normalidade dos resultados, foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk. Assim, foi determinado o uso do teste não paramétrico do coeficiente de Spearman para distribuições não normais e do teste de Pearson para distribuições normais. Os resultados mostram uma relação direta e significativa entre as variáveis, evidenciada pelo coeficiente de correlação de Pearson = 0,759, que mostra uma correlação direta e alta e um valor de $p < 0,010$, ou seja, muito significativo.

Palavras-chave: Lean, Six Sigma, qualidade, processo de pintura, aço.

INTRODUCCIÓN

Producto de la necesidad de mejora para afrontar el crecimiento del sector metalmecánico, el cual ha tenido un crecimiento promedio de 3.78% en los rubros relacionados con los productos metalmecánicos en el periodo 2011-2018. Y del alto porcentaje de defectos y reclamos relacionados con el proceso de pintado, es que las empresas del sector se ven en la necesidad de buscar herramientas que permitan afrontar las exigencias del mercado.

Es así que Lean Six Sigma con sus herramientas para la mejora continua aplicable tanto en procesos como servicios y su éxito en grandes empresas, ha demostrado que tiene un impacto importante en la mejora de procesos, por lo cual empresas de menor envergadura buscan acceso a Lean Six Sigma y de esta manera disminuir la variabilidad en el proceso, reducir los errores y disminuir costos.

En tal caso la presente investigación tiene por objetivo determinar la relación que existe entre la variable Lean Six Sigma y la variable mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L. Planteando como hipótesis general que existe una relación significativa entre el Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.

La investigación cuenta con una justificación teórica, basada en el soporte teórico y experimental de Lean, el cual está siendo implementado desde 1950 en Toyota; así como Six Sigma, metodología creada en 1980 por General Electric. A su vez tiene implicancias prácticas, porque contribuirá a demostrar la utilidad del Lean Six Sigma para resolver las deficiencias de calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, así como también para cualquier tipo de estructura que deba atravesarse por dicho proceso. A su vez que en lo social promueve el trabajo en equipo y la iniciativa del personal a través de la filosofía de mejora continua.

En tal sentido a través de la recolección de información por medio de cuestionarios, busca evidenciar la relación entre la variable Lean Six Sigma, que considera las dimensiones: requisitos técnicos, tiempos de entrega, participación del personal y liderazgo, y la variable mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero. De tal manera que los resultados permitan proponer la implementación de Lean Six Sigma, debido a la importancia de la metodología en la mejora de procesos.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Ámbito internacional

Socconini (2019) plantea que la evolución de los sistemas de calidad a través del desarrollo de la gestión, convierte los valores de calidad en la mayor fortaleza detrás del liderazgo, diseño, planificación, ejecución y mejora; dando como resultado la metodología Six Sigma.

Así mismo, en el ámbito internacional se encuentran asociaciones relacionadas a la promoción y mejora de los estándares de Lean Six Sigma. En tal sentido tenemos a la Asociación Internacional para la Certificación Six Sigma (International Association for Six Sigma Certification, IASSC), la cual tiene por objetivo facilitar pruebas de estándares universales de certificación Lean Six Sigma y acreditaciones en capacitación Lean Six Sigma (IASSC, 2020, <https://www.iassc.org/about/>).

A su vez la organización Global Registry se encarga de registrar a los profesionales y expertos en Six Sigma, a fin de verificar las certificaciones Lean Six Sigma de firmas de consultoría acreditadas (Global Registry, 2020, <https://sixsigmaglobalregistry.com/who-we-are/>).

De otra parte, la Society for Quality (ASQ) definida como una comunidad de expertos en calidad, tiene por objetivo brindar capacitación, certificaciones individuales y herramientas referentes a calidad para diferentes rubros de la industria (ASQ Latin America, 2020, <https://www.asqlatam.org/qsomos.html>).

Considerando los beneficios de la aplicación del Lean Six Sigma en la mejora de la calidad, dicha metodología ha sido plasmada en diferentes casos como Motorola, General Electric y Toyota, quienes fueron las primeras empresas

en ponerlas en práctica. Otro caso al cual es mencionado por Evans (2014) del cual se hace referencia en la literatura, es el de Citibank el cual redujo las devoluciones de llamadas internas en 80%, el tiempo de procesamiento de crédito en 50% y los tiempos de ciclo de proceso de los estados de cuenta de 28 a 15 días. Y así muchas otras empresas como 3M, IBM, Caterpillar y otras han adoptado Six Sigma.

A nivel mundial las organizaciones más conocidas dedicadas al control de la corrosión (vinculada a los recubrimientos en acero en general), mediante el desarrollo de estándares, programas de capacitación y certificaciones son las siguientes:

- NACE International, institución dirigida a brindar capacitación técnica, certificación, conferencias, estándares, entre otros relacionados con la corrosión (NACE International, 2020, <http://es.nace.org/acerca>).
- La SSPC (Society for Protective Coatings) organización que ofrece información para preparación de superficies, selección y aplicación de recubrimientos, regulaciones ambientales y regulaciones de salud y seguridad que afectan la industria. (SSPC, 2020 <http://www.sspccolombia.com/mision.html>).
- ASTM International (American Society for Testing and Materials), Organización que se encarga de desarrollar normas de consenso voluntario, en cuya creación considera la participación de productores, usuarios y consumidores de todo el mundo. Dichas normas son aplicadas a nivel mundial y en diferentes áreas como pinturas, plásticos, textiles, petróleo, construcción, energía, medio ambiente, entre otros. (Asociación Española para la Calidad, 2020, <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/normas-astm>).

Siendo la organización SSPC la que ofrece la certificación QP3 (SSPC Colombia, 2020, <http://www.sspccolombia.com/certificacion-contratistas-pintura.html>), la cual se aplica para la certificación del pintado en planta. Con el

objetivo de proveer tanto a propietarios como a los responsables de los procesos de los medios para determinar la capacidad del contratista de pintado para realizar los trabajos de preparación de superficie y aplicación de recubrimientos en plantas adecuadas. Este programa incluye la evaluación procedimientos gerenciales, conocimientos técnicos, procedimientos de control de calidad, cualificaciones del personal y cumplimiento de seguridad, salud y medioambiente.

Ámbito nacional

Según el Ministerio de Comercio Exterior y de Turismo en reporte de junio del 2018, Perú consume anualmente poco más de tres millones de TM de acero como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Consumo aparente de acero (miles de TM)

Oferta (A+B)	3220	100%
Producción (A)	1672	52%
Importación (B)	1541	48%
Demanda (C+D)	3220	100%
Exportaciones (C)	217	7%
Consumo aparente (D)	3003	93%

Fuente: Ministerio de comercio Exterior y Turismo (2018). p.1.

En metal mecánica la principal materia prima es el acero. El rubro ofrece tanto bienes como servicios a otros rubros tales como la minería, pesca, agricultura, sectores eléctrico y energético, transporte, construcción, electrodomésticos, mobiliario particular e industrial, es conclusión su crecimiento depende de diferentes sectores, como se muestra en la tabla 2. Según el Instituto

Nacional de Estadística e Informática, el PBI de la economía peruana creció a una tasa promedio anual de 4,3% en el periodo 2011-2018.

Tabla 2

Producto bruto interno periodo 2011-2018 para los sectores relacionados con el crecimiento de la industria metalmeccánica

Producto bruto interno	Periodo
	2011-2018
Agricultura	3.5
Pesca	4.4
Extracción de petróleo y minerales	3.5
Manufactura	2.3
Electricidad, gas y agua	5.3
Construcción	3.7

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019), p.76.

Los rubros de extracción de petróleo y minerales se encuentran entre las que más han crecido en este periodo, a su vez que representan los sectores más exigentes en cuanto al cumplimiento de normas. Es así que cuando las mineras inician operaciones o tienen ampliaciones, buscan servicios especializados, por lo cual es necesario mejorar la calidad en los procesos a fin de ser competitivos y cumplir con los requisitos del mercado.

En cuanto al concepto de la calidad, en el Perú el Comité de Gestión de la Calidad (CGC) conformado por diversas instituciones tanto gremiales, educativas y técnicas y en base a un acuerdo de Cooperación Interinstitucional buscan incentivar la calidad en el Perú, y tiene coordinación con el Centro de Desarrollo Industrial (CDI) de la Sociedad Nacional de Industrias. En tal forma

busca promover la mejora de la calidad en el Perú, elevando el nivel y mejorando la competitividad en la industria.

Así mismo en el Perú el único ente rector en materia de calidad es el INACAL, el cual es la máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional para la Calidad, según el marco legal establecido en la Ley N° 30224. Siendo su finalidad promover y asegurar el cumplimiento de la Política Nacional para la Calidad con miras al desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor (INACAL, 2016, <https://www.inacal.gob.pe/principal/categoria/acerca-de-inacal>).

En el 2016 luego de realizarse Perú Quality Summit, la revista Quality Magazine en su edición N°189, aborda el tema de uso de métodos de calidad y el especialista Prashant Hoskote (2016) anota:

Crear una cultura de Calidad y de mejora en una empresa, involucra gestión de cambios y transformación de la noción de cual si administra un negocio. Todos necesitan estar involucrados y todos deben ser reconocidos por su participación. El mayor riesgo para un pequeño negocio es el líder o el empresario que piensa tener todas las respuestas. Además, indica que todo tiene un momento y lugar para el uso de los diferentes métodos de calidad y si la necesidad es reducir costos, estandarizar o reducir procesos se puede considerar el uso de Lean y Six Sigma (p.16).

En el estudio realizado por Benzaquen en el 2014, sobre el impacto de tener un Sistema de Gestión de Calidad basado en la certificación ISO 9001 en las empresas peruanas en base a nueve factores de éxito para medir la

implementación de la Administración de la Calidad Total (TQM), aplicado en 3000 empresas en Perú, menciona entre sus conclusiones que:

A través de la muestra se puede observar una tendencia en las empresas peruanas hacia la implementación de prácticas de calidad, estén certificadas o no con ISO 9001, debido quizás a la situación económica del país, que pueda estar favoreciendo a una mayor relevancia de la calidad en la gestión empresarial, el TQM e ISO, entre otros. La apertura económica, las exigencias de los socios comerciales y el competir en un mercado global hacen necesario implementar estas teorías de calidad en las empresas peruanas de los distintos sectores a fin de mejorar la competitividad. Así, las empresas peruanas están pasando de tener un enfoque táctico en la gestión a uno estratégico, buscando el éxito a largo plazo de la empresa y su sostenibilidad (Benzaquen, 2014, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6962518>).

Los Comités Metal Mecánicos de la Sociedad Nacional de Industrias – SIN, registra 227 empresas a nivel nacional, que incluye a aquellas que han solicitado su incorporación a la Comunidad Metalmeccánica del Perú y empresas que han sido referidas como proveedores y pertenecientes a la cadena productiva del sector metal mecánico (Comunidad Metalmeccánica en Perú, 2020, <http://www.metalmecanicaperu.org.pe/Empresas.html>). Esta lista de empresa considera a las grandes y medianas empresas del sector que son las que realizan los proyectos de fabricación y que requieren los servicios de aplicación de pintura de empresas especializadas, para cubrir la demanda.

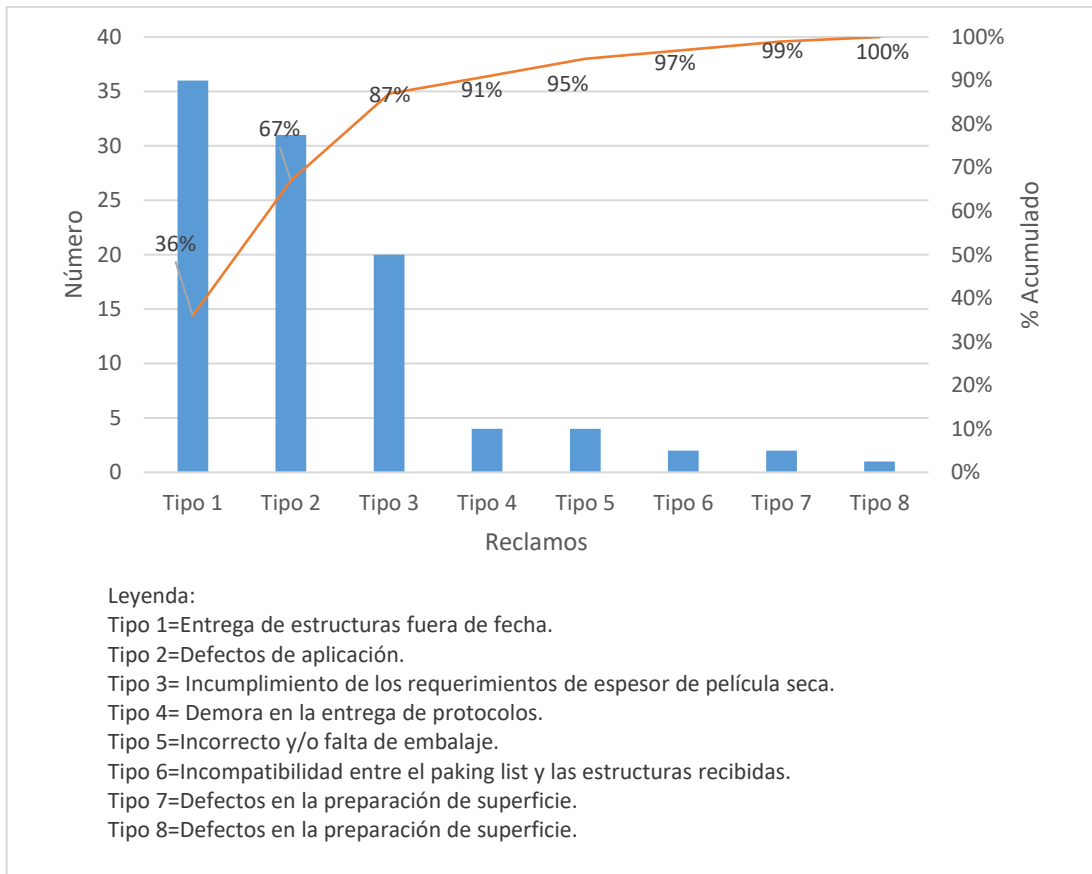
Caracterización del problema

Para el caso del presente estudio se tomó como referencia la empresa J.E. ZEA E.I.R.L., ubicada en la zona de Jicamarca en la Región Lima, la que se dedica a la preparación de superficie y aplicación de pintura de estructuras metálicas.

La referida empresa ha registrado disconformidades por parte de los clientes en cuanto a la calidad del proceso de aplicación de pintura de estructuras metálicas. Con el propósito de determinar esta situación anómala, se procedió a analizar los registros a fin de identificar las posibles causales, así como los niveles de insatisfacción por parte de los clientes; para lo cual se analizó la información de la empresa en un periodo de seis meses (mayo-octubre del 2019), determinándose un total de 100 reclamos. Para determinar las relaciones causa efecto se utilizó el diagrama de Pareto, tal como se muestra en la figura 1, derivándose que el 91% de los reclamos corresponden al proceso de pintado.

Figura 1

Diagrama Pareto



Fuente: Base de datos de la empresa del mes de octubre del 2019.

En el caso de los defectos de aplicación, estos puedan causar deterioro del sistema de pintura por lo cual es necesario repararlas. Es así que se inspeccionaron 30 elementos del tipo vigas W14x30 de los cuales 28 presentaron disconformidades (defectos) como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Disconformidades por defectos de aplicación

Defecto de aplicación	Número de disconformidades
Chorreaduras	40
Agrietamientos	0
Arrugamientos	59
Partes descubiertas	5
Pulverizado seco	11
Puntos de alfiler	0
Delaminado entre capas	0
Curado incompleto	0
Ampollamiento	0
Total de disconformidades	115

Fuente: Base de datos de la empresa del mes de octubre del 2019.

Con estos datos se determinó:

$$\text{Proporción de disconformidades} = \frac{\text{cantidad de unidades defectuosas halladas}}{\text{cantidad de unidades inspeccionadas}} = 0,9333$$

$$\text{Disconformidades por unidad (DPU)} = \frac{\text{cantidad total de disconformidades}}{\text{cantidad de unidades inspeccionadas}} = 3,833$$

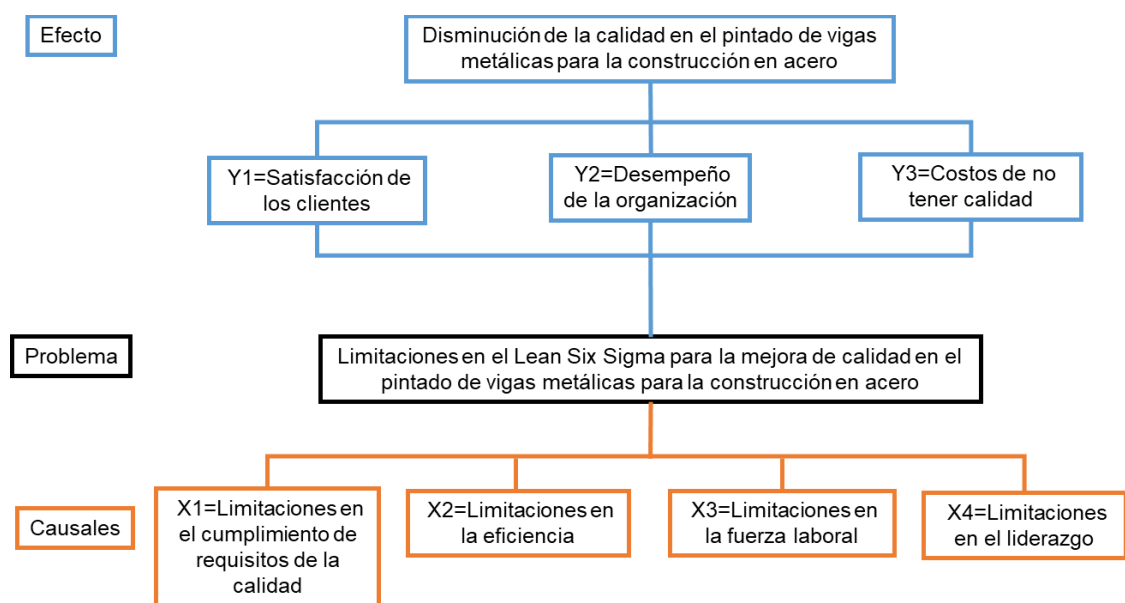
$$\text{Proporción de productos conforme (TY)} = e^{-\text{DPU}} = 0,022$$

Lo que indica que los elementos tienen un alto porcentaje de defectos, con una proporción de producto no conforme de 98%. Lo que muestra la necesidad de mejoras en el proceso.

Como resultado del análisis de esta problemática, se requiere tomar acciones para su mejora. En este contexto, el objetivo de la presente investigación es determinar la relación existente entre la variable Lean Six Sigma y la variable mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero que permita establecer estrategias de mejora en beneficio de una mejor calidad en el proceso de pintado. A continuación, se muestra el mapa conceptual para esquematizar la relación entre las variables, para lo cual se utilizó la técnica del árbol de problemas, el cual se visualiza en la figura 2.

Figura 2

Mapa conceptual



Con el análisis de la problemática se busca determinar la relación entre las dos variables para el caso especificado. Para lo cual se establecen las dimensiones de ambas variables que facilitaran estructurar la formulación del problema.

Mediante el esquema se evidencia que la falta de medidas correctivas puede afectar negativamente el proceso, disminuyendo la calidad y por consiguiente la rentabilidad en la empresa.

1.2. Formulación del problema

Problema general

¿Cuál es la relación que existe entre el Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.?

Problemas específicos

- a. ¿Cuál es la relación que existe entre los requisitos de la calidad y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.?
- b. ¿Cuál es la relación que existe entre la eficiencia y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.?
- c. ¿Cuál es la relación que existe entre la fuerza laboral y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.?
- d. ¿Cuál es la relación que existe entre el liderazgo y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.?

1.3. Objetivos

Objetivo general

Determinar la relación que existe entre el Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.

Objetivos específicos

- a. Determinar la relación que existe entre los requisitos de la calidad y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.
- b. Determinar la relación que existe entre la eficiencia y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.
- c. Determinar la relación que existe entre la fuerza laboral y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.
- d. Determinar la relación que existe entre el liderazgo y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.

1.4. Limitante de la investigación

Teórica: Debido a la emergencia sanitaria se contó con 15 colaboradores para la aplicación de los cuestionarios. Limitando la información recolectada.

Temporal: Los datos para la caracterización del problema se tomaron en el periodo entre mayo y octubre del 2019, mientras que los cuestionarios fueron realizados y analizados en el segundo periodo del 2020.

Espacial: La empresa J.E. ZEA E.I.R.L se encuentra ubicada en la zona de Jicamarca que está ubicada en el distrito de San Antonio de Chaclla en la provincia de Huarochirí en la región Lima.

Para obtener la autorización por parte de la empresa se debió sustentar la importancia de esta investigación para la mejora del proceso de pintado.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes: Internacionales y nacionales

Internacionales

- Aguilar, A. (2010), en la tesis Propuesta para Implementar un Sistema de Gestión de la Calidad en la Empresa “Filtración Industrial Especializada S.A: de C.V.” de Xalapa, Veracruz, de la Universidad Veracruzana. El trabajo de investigación tiene por objetivo realizar una propuesta de mejora en la empresa “Filtración Industrial Especializada, S.A. de C.V.” de tal manera que ayude sea posible optimizar los procesos y mejorar la calidad de los productos y reducir las pérdidas actuales. El estudio considera la percepción de los empleados, la investigación es de tipo observacional debido a que no fue posible la modificación de las características a medir, por lo cual los datos se tomaron tal y cual ocurrieron y se evaluó. El instrumento aplicado fue el cuestionario con una población de 64 empleados. Concluyendo que es posible establecer un plan de mejora continua en la empresa, e identificando los puntos críticos a mejorar, haciendo énfasis en la necesidad del compromiso por parte de la alta dirección y la gestión de los recursos necesarios para la implementación de las mejoras.
- Bohigues, A. (2015), en la tesis Desarrollo e implementación de un Modelo Seis Sigma para la mejora de la Calidad y de la productividad en Pymes Industriales, para por el grado de Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística 2º Curso, en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy. La tesis tiene por objetivo mejorar la producción y satisfacción del cliente más allá de los estándares de calidad, con un enfoque de implementación en Pymes, para lo cual analiza los beneficios de unir Seis Sigma con otras metodologías de trabajo, valiéndose de encuestas en Pymes de la zona, en donde considero factores como: organización,

metodología continua y herramientas. La tesis concluye con que la mayor parte de los responsables en las empresas encuestadas no aplican Six Sigma, pero algunas aplican técnicas similares; haciendo mención a la fusión Six Sigma y Lean Manufacturing en la mejora de la calidad y productividad.

Nacionales

- Aguilar, D. (2019), en la tesis “Modelo de Gestión de Calidad para la Mejora en la Aplicación de un Sistema Antiincrustantes en Embarcaciones Marinas”. La tesis tiene por objetivo establecer un Modelo de Gestión de Calidad para la mejora en la aplicación de un Sistema Antiincrustantes en embarcaciones marinas. La población y muestra está representada por el área de Protecciones de un Astillero. Se aplicó la técnica de la encuesta y como instrumento el cuestionario tipo Likert. Para el procesamiento y análisis de datos se usó el programa SPSS 25. La investigación fue de tipo descriptiva y aplicada, con un diseño no experimental, transversal correlacional, causal, para el análisis de los resultados se usó la estadística descriptiva e inferencial, se obtuvo como resultado la relación del Modelo de Gestión de Calidad propuesto con cada una de las variables ; Estructura, Procesos y Resultados al existir una correlación de 0,977 ; 0,972 y 0,760 y un nivel de significancia de 0,000; 0,000 y 0,004 respectivamente, la cual es positiva y muy alta, llegando a la conclusión el establecimiento del Modelo de Gestión de Calidad para la mejora en la aplicación de un Sistema Antiincrustante en embarcaciones marinas, relacionado con la estructura, proceso y resultados del Área de Protecciones del Astillero .
- Moreto, D. (2019), en la tesis denominada Aplicación de la Metodología Seis Sigma como Herramienta para la Auditoría Integral y la Calidad de Servicio en las Cooperativas de Ahorro y Crédito de Lima Metropolitana, período 2013 – 2015, que tiene como objetivo principal determinar si la aplicación de la metodología Seis Sigma como herramienta para la

auditoría integral influye en la calidad de servicio en las cooperativas de ahorro y crédito de Lima Metropolitana, Período 2013 – 2015. La tesis es de tipo aplicada, diseño no experimental, la muestra de estudio fue de 100 personas, se aplicó como técnica de recolección de datos la encuesta y como instrumento de recolección de datos un cuestionario de 20 preguntas con escala ordinal. Como resultado se tiene que un coeficiente R^2 de 0.775 que equivale un 77.5% que la variable independiente metodología Seis Sigma como herramienta para la auditoría integral depende de la variable dependiente calidad de servicio.

2.2. Bases teóricas

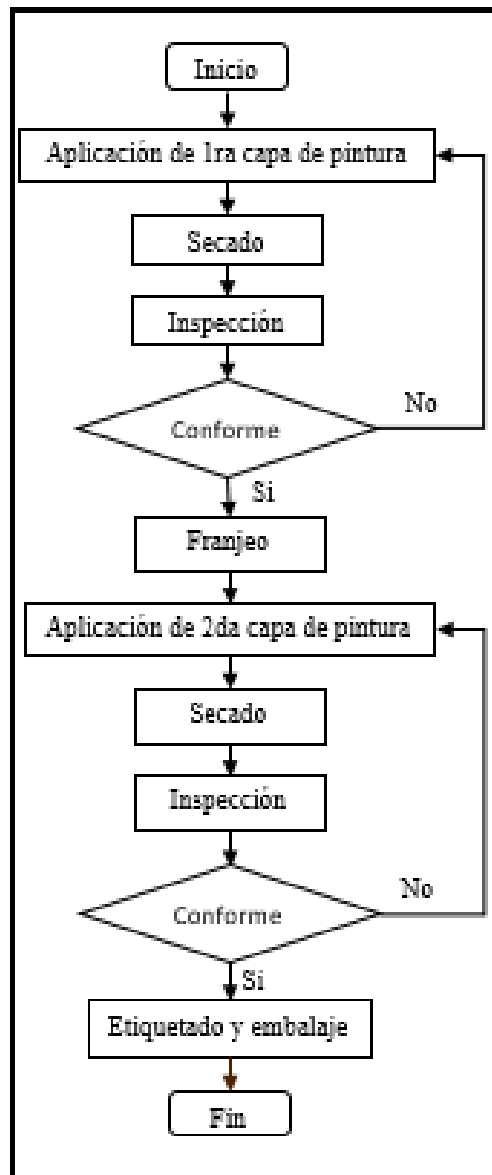
2.2.1. Proceso de pintado

A. Descripción del proceso

La empresa brinda el servicio de preparación de superficie y aplicación de pintura en estructuras en acero. El proceso de aplicación de pintura inicia con la aplicación de la primera capa de pintura seguido del secado, el cual se realiza a condiciones ambientales, por lo que el tiempo de secado se considera desde el final del turno hasta el inicio del siguiente turno al día siguiente. Una vez secos los elementos son inspeccionados antes de realizar el franjeo, el cual consiste en el reforzamiento de filos y cordones de soldadura, para luego aplicar la segunda capa de pintura, seguido del secado y la segunda inspección. Cuando los elementos están conforme a las especificaciones se procede con el etiquetado y almacenaje. Como se muestra en el mapa de proceso en la figura 3.

Figura 3

Diagrama de flujo del proceso



Al analizar el proceso se identificaron una serie de desperdicios, los cuales se detallan a continuación:

- Sobreproducción, se presenta en el pintado de elementos que no están programados, lo que crea stock innecesario y mayor inversión de recursos

en el reproceso de estos elementos por los defectos que surgen por el tiempo almacenado.

- Espera, involucra los tiempos de espera por consumibles, así como la espera del supervisor de calidad. También se considera la espera de operarios que deben realizar más de una función y el tiempo de espera por limpieza del área y colocación de caballetes o tacos para el traslado elementos a la zona de pintura o almacenaje.
- Transporte interno, aquí se consideran el apilamiento innecesario de elementos, por espera de acondicionamiento del área de trabajo.
- Pasos no necesarios en el proceso, causados por una inadecuada organización y realización del trabajo y los reprocesos.
- Inventario, aquí tenemos los ocasionados por productos semielaborados que están en proceso, es decir los elementos que están en primera capa de pintura y en proceso de preparación para la aplicación de la segunda capa
- Movimiento innecesario de personas, considera la búsqueda de herramientas, consumibles y equipos, o cualquier otro movimiento que no agrega valor.
- Defectos producidos, lo que ocasiona una mayor inversión de tiempo y recursos en la inspección y levantamiento de las observaciones (resanes). Esto se observa durante la inspección de los elementos pintados por el alto porcentaje de defectos como: bajos espesores, descolgamiento de pintura, zonas sin cubrir, etc.

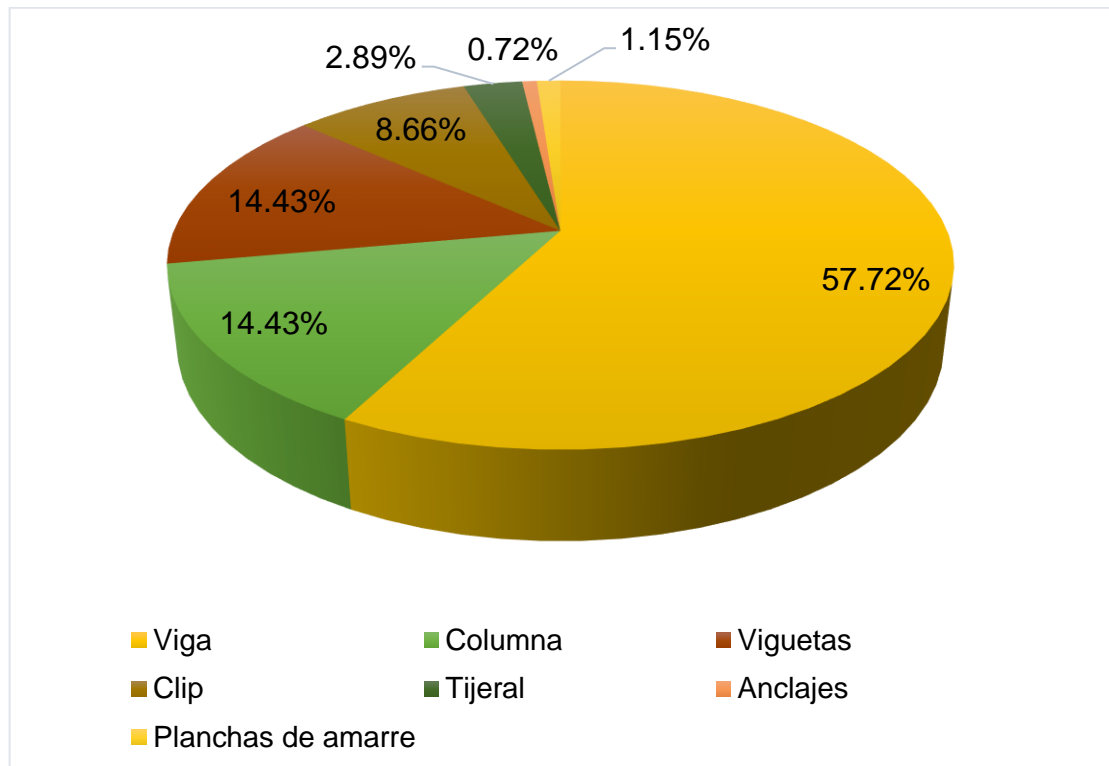
Estos desperdicios pueden derivar en incremento de costos por horas extras, pérdida de oportunidades e insatisfacción de los clientes.

B. Descripción del producto

Entre las estructuras procesadas son los elementos tipo viga los que representan el mayor porcentaje de elementos procesados, representando el 57.72% del área procesada en un mes, como se muestra en la figura 4.

Figura 4

Porcentaje de áreas procesadas de acuerdo al tipo de elemento

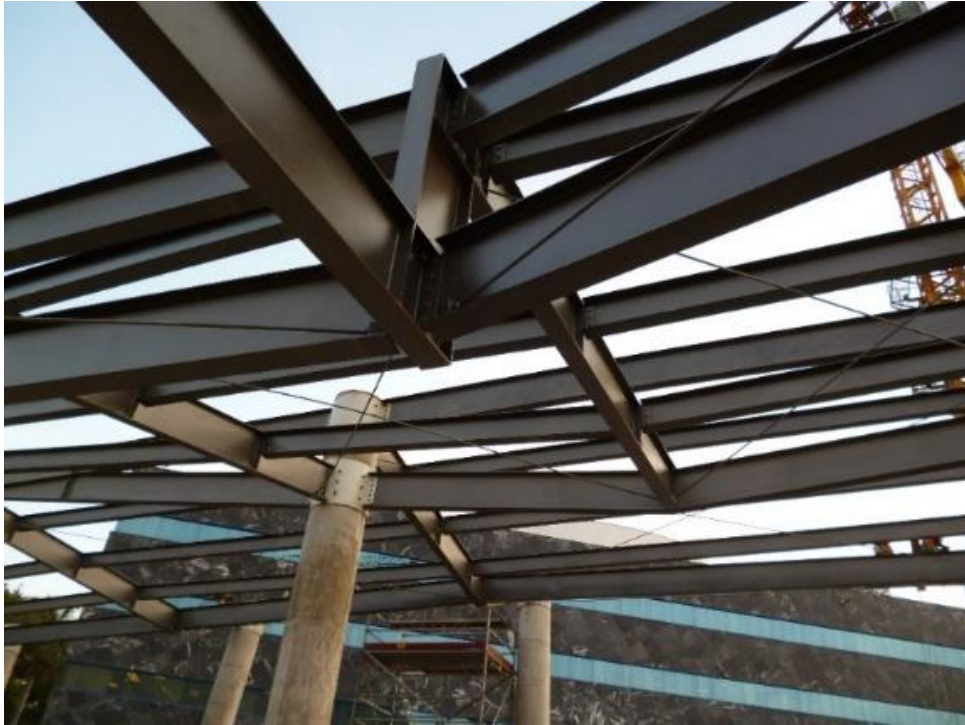


Fuente: Base de datos de la empresa periodo octubre del 2019.

Según Meli (1985) “una barra sujeta a cargas normales a su eje es una viga, aunque este nombre se le asigna comúnmente sólo cuando la barra es horizontal” (p. 274). Como se muestra en la figura 5.

Figura 5

Elementos estructurales tipo viga




Los elementos al ser pintado requieren cumplir con una serie de requisitos técnicos de tal manera que cumplan con su finalidad de protección contra la corrosión y no presenten fallas prematuras que reduzcan el tiempo de vida del sistema de pintado.

Como parte de los requerimientos técnicos de los clientes, los elementos deben estar libres de defectos visuales, los cuales se detallan en la figura 6. Estos defectos pueden ocasionar que el sistema falle antes de cumplir con el tiempo de servicio previsto.

Figura 6

Defectos visuales más comunes en la aplicación de pintura

Defecto	Definición	Imagen
Chorreaduras	Si se aplica un excesivo espesor, su peso puede causar que el recubrimiento recién aplicado se descuelgue, chorree o se corra.	
Agrietamientos	Cuando un acabado rígido es aplicado sobre una capa inferior más flexible. El acabado no puede expandirse y contraerse con la capa inferior y se raja. La falla puede dejar ver la capa inferior o el sustrato.	
Piel de naranja	La película de pintura seca presenta una textura similar a la de una cascara de naranja.	
Partes descubiertas	La aplicación no uniforme de la capa de pintura nos lleva a la presencia de áreas con bajo espesor del recubrimiento, las cuales serán más propensas a la oxidación	
Pulverizado seco	Es el acabado áspero, discontinuo y rugoso que se produce cuando un recubrimiento es aplicado por aspersion y se seca antes de alcanzar la superficie.	
Puntos de alfiler	Son formaciones de pequeño agujeros visibles que se extienden a lo largo de todo el recubrimiento. Se identifica por su apariencia.	
Delaminado entre capas	Es la separación o desprendimiento de un recubrimiento, usualmente en laminas, entre capas. Puede ocurrir cuando un recubrimiento de mantenimiento se aplica sobre una pintura antigua.	
Curado incompleto	La aplicación de capas con excesivo espesor también tendrá un curado incompleto e inadecuado, restándole capacidad protectora a la capa barrera.	
Ampollamiento	Es la formación de concavidades redondeadas llenas de líquido resultante de pérdidas de adherencia localizadas y levantamiento (hinchamiento) de una capa desde la capa inferior.	

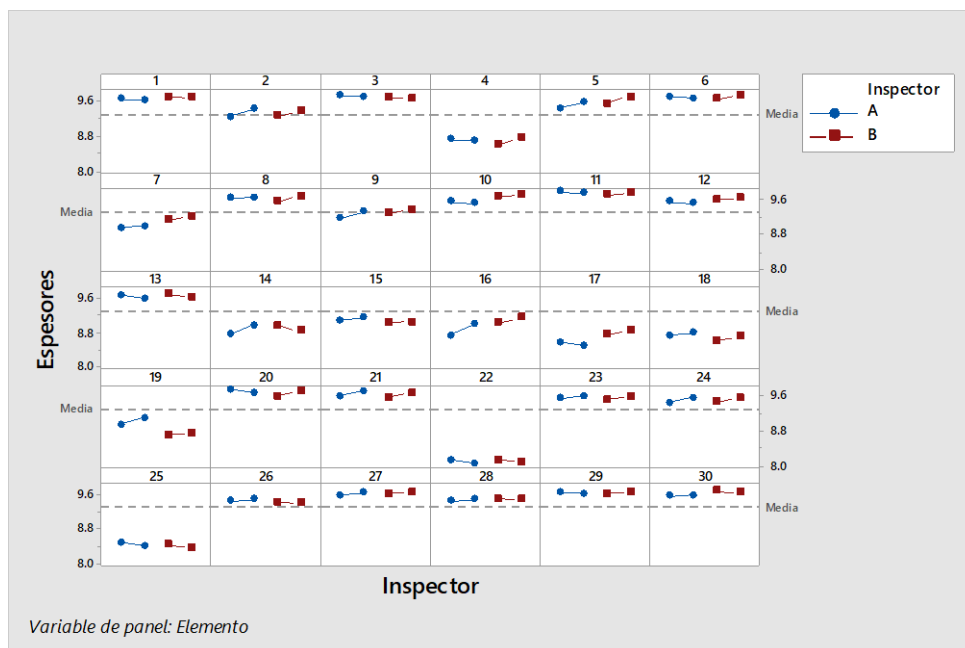
Fuente: Recuperado de la Cruz, 2010, p.92-134. Elaborado por autora de la tesis

También forman parte de los requisitos técnicos, el espesor de película seca. El cual puede causar problemas si es demasiado bajo o uno demasiado alto; así como la falta de uniformidad puede causar una apariencia no aceptable y deterioro.

Es así que para analizar los espesores y su variabilidad respecto al valor requerido se consideró 30 elementos de 12.23m² cada uno, realizando dos corridas por cada elemento, las cuales fueron realizadas por el supervisor de calidad y el supervisor de producción, usando el mismo equipo de medición. El espesor de película seca se midió en mils, que equivale una milésima de pulgada. Estas mediciones se efectuaron después de aplicada la segunda capa de pintura y tenían como requerimiento un espesor de 8mils. Analizando cada una de las lecturas de espesor se observó la variación para cada una de los elementos por inspector respecto a la media, como se muestra en la figura 7.

Figura 7

Gráfico de corridas del sistema de medición por elemento e inspector



De los 30 elementos 18 superan la media, 10 se encuentran por debajo de la media, y 2 son más cercados a la media, además no se observa una variación significativa entre operadores, lo cual hace suponer que el sistema de medición no contribuye significativamente en los valores fuera de rango, siendo el proceso en si responsable de estos valores. Por tal motivo se infiere que el incremento de espesor respecto al requerido representa un mayor consumo de pintura y diluyente, que representaría un incremento en los costos.

Por otra parte, considerando al cliente y la satisfacción de sus requerimientos se analizó las encuestas de satisfacción realizadas a 15 clientes los cuales fueron atendidos en el periodo 2019, la cual se muestra en la tabla 4 y la tabla 5. Donde se observó un alto grado de insatisfacción en las características de comunicación, conocimiento técnico y manejo y uso de instrumentos de medición y a su vez son consideradas como muy importantes para los clientes. La baja satisfacción en dichas características representa limitaciones de participación en el personal, así como en el liderazgo.

Tabla 4*Grado de importancia en base a la atención prestada por el asistente de campo*

Característica	Grado de importancia	Sub total	%
Presentación personal	Muy importante	8	53%
	Importante	7	47%
	No demasiado importante	0	0%
	Poco importante	0	0%
	Irrelevante	0	0%
Puntualidad	Muy importante	7	47%
	Importante	8	53%
	No demasiado importante	0	0%
	Poco importante	0	0%
	Irrelevante	0	0%
Comunicación	Muy importante	15	100%
	Importante	0	0%
	No demasiado importante	0	0%
	Poco importante	0	0%
	Irrelevante	0	0%
Conocimiento técnico	Muy importante	15	100%
	Importante	0	0%
	No demasiado importante	0	0%
	Poco importante	0	0%
	Irrelevante	0	0%
Manejo y uso de instrumentos de medición	Muy importante	15	100%
	Importante	0	0%
	No demasiado importante	0	0%
	Poco importante	0	0%
	Irrelevante	0	0%
Trato y amabilidad	Muy importante	10	67%
	Importante	5	33%
	No demasiado importante	0	0%
	Poco importante	0	0%
	Irrelevante	0	0%

Tabla 5*Satisfacción en base a la atención prestada por el asistente de campo*

Característica	Grado de satisfacción	Sub total	%
Presentación personal	Completamente satisfecho	0	0%
	Satisfecho	14	93%
	Insatisfecho	1	7%
	Completamente insatisfecho	0	0%
	No aplica	0	0%
Puntualidad	Completamente satisfecho	0	0%
	Satisfecho	13	87%
	Insatisfecho	2	13%
	Completamente insatisfecho	0	0%
	No aplica	0	0%
Comunicación	Completamente satisfecho	0	0%
	Satisfecho	2	13%
	Insatisfecho	13	87%
	Completamente insatisfecho	0	0%
	No aplica	0	0%
Conocimiento técnico	Completamente satisfecho	0	0%
	Satisfecho	2	13%
	Insatisfecho	12	80%
	Completamente insatisfecho	1	7%
	No aplica	0	0%
Manejo y uso de instrumentos de medición	Completamente satisfecho	0	0%
	Satisfecho	4	27%
	Insatisfecho	11	73%
	Completamente insatisfecho	0	0%
	No aplica	0	0%
Trato y amabilidad	Completamente satisfecho	0	0%
	Satisfecho	14	93%
	Insatisfecho	1	7%
	Completamente insatisfecho	0	0%
	No aplica	0	0%

C. Rol y responsabilidades del contratista de pintado para trabajos de calidad

Los contratistas de pintado son responsables de producir proyectos de calidad a tiempo, de manera segura y conforme con todos los requerimientos del proyecto (SSPC-C2, 2009, p.1-5).

En ese sentido el programa de certificación SSPC QP 3 — Programa de Certificación para el Pintado de Planta, es una certificación que evalúa al contratista de pintura industrial quien realiza la preparación de superficies y la aplicación de recubiertos industriales para estructuras de acero en plantas adecuadas. Para el caso de estudio considera los puntos referentes a la aplicación de recubrimientos, se considera la aplicación de pintura. Siendo los puntos evaluados los siguientes (SSPC-QP3, 2010):

- Responsabilidad de gestión. La dirección ejecutiva de la empresa es responsable del desarrollo y el mantenimiento de un sistema de gestión de calidad para satisfacer las necesidades específicas de esta norma y asegurar que se cumplan los requisitos del contrato.
- Revisión y comunicación de especificación del contrato o proyecto. La empresa deberá documentar e implementar un procedimiento para el contrato y la revisión de proyecto de especificación. La revisión deberá identificar y registrar los requisitos específicos del proyecto, determinar y planificar las acciones de compra para lograrlos; y distribuir información a los responsables en toda la organización. Esta revisión deberá considerar todas las cuestiones que afectan a la capacidad de la empresa para realizar el trabajo.
- Comunicación del sistema de recubrimiento. Son documentos escritos (por ejemplo, dibujos, viajeros, o planes de calidad) deberán ser utilizados para comunicar a toda la organización: tipo de recubrimiento, los requisitos de espesor de capa seca y los pasos.

- Control de documentos e información. La empresa deberá documentar un procedimiento para controlar el manual de calidad, documentos del contrato, planos y cambios, los procedimientos documentados requeridos en esta norma; y otros documentos que afectan la calidad del recubrimiento.
- Control de registros de calidad. La empresa deberá establecer y mantener un procedimiento documentado para la identificación, recolección, almacenamiento, mantenimiento y disposición de los registros de calidad que indican la calidad de la capa.
- Documentos de compra. La empresa deberá documentar un procedimiento para garantizar que los subcontratistas de revestimiento, productos comprados, materiales y los servicios se ajustan a los requisitos del contrato.
- Material. La identificación del material en el recipiente de recubrimiento, el almacenamiento y certificado de conformidad del recubrimiento
- Control de proceso. La empresa deberá documentar y seguir los procedimientos necesarios para producir un nivel consistente y aceptable de calidad del proceso de recubrimiento requerido, incluyendo la preparación de la superficie, la aplicación del revestimiento, curado, y mantenimiento del equipo.
- Inspección y prueba. La empresa deberá documentar un procedimiento de inspección y prueba de actividades con el fin de verificar que la calidad del producto cumpla con los requisitos del documento del contrato. La empresa llevará a cabo la inspección al 100% para los defectos visibles de recubrimiento. Como mínimo, la empresa llevará a cabo la medición de espesor de la capa seca de acuerdo con SSPC-PA 2, a menos que se especifique lo contrario en el documento del contrato.
- Verificación de la exactitud, medición y equipo de pruebas. La verificación de la precisión será por recomendación del fabricante o documento de contrato. El único equipo, para el cual la precisión de verificación se requiere para esta norma, es el artículo utilizado para medir el espesor de capa seca

- Control de inconformidades. La empresa deberá documentar un procedimiento para proporcionar la disposición de disconformidad en la preparación de la superficie y el producto revestido, incluyendo la identificación, separación, evaluación, reparación o eliminación, y la notificación a las funciones concernientes.
- Acciones correctivas. La empresa deberá desarrollar un procedimiento documentado para la acción correctiva. Cualquier acción correctiva adoptada será del grado apropiado a la magnitud de los problemas y proporcional a los riesgos de la calidad del producto.
- Manipulación, almacenamiento y entrega de productos y materiales. El producto recubierto debe ser manipulado, almacenado, cargado y preparado para su envío para evitar daños y el deterioro.
- Capacitación. El personal encargado de la aplicación y preparación de la superficie recibirá inicial y continua (como se define en la Empresa) capacitación apropiada y documentada para sus funciones de trabajo, así como en los métodos de inspección y de criterios de aceptación de la calidad.
- Auditoría interna. La empresa deberá realizar una auditoría interna del proceso de recubrimiento, procedimientos y todos los elementos de esta Norma por lo menos una vez al año. Una persona calificada e independiente de la función que está siendo auditada, deberá realizar la auditoría.

D. Normas relacionadas al proceso de pintado

A continuación, se especifica las normas relacionadas con el proceso de pintado, en la tabla 6, tabla 7, tabla 8 y tabla 9:

Tabla 6*Normas relacionadas a la inspección de pintura y diluyentes*

Descripción	Norma o documento de referencia	Admisibilidad
Pintura almacenada correctamente	SSPC-PA1	4 a 38°C
Identificación del producto	SSPC-PA1	Información técnica del producto
Número de lote	SSPC-PA1	Ninguna
Condiciones del envase y sellado	SSPC-PA1	Información técnica del producto
Certificados de control de calidad del laboratorio del fabricante de pintura	Especificación de pintado	Especificación de pintado
Pintura en buen estado	SSPC-PA1/ASTM D3276	Fluida sin sedimentos
Pintura del color correcto	Especificación	Cartilla RAL

Fuente: De la Cruz, 2010, p.78.

Tabla 7*Normas relacionadas a la preparación de pintura*

Descripción	Norma o documento de referencia	Admisibilidad
Envase para mezcla y aplicación limpios	SSPC-PA1/ASTM D3276	Procedimiento de fabricación
Se tiene agitador Jiffy	SSPC-PA1/ASTM D3276	NA
Se tiene filtro de pintura	Hoja técnica	NA
Se preparó adecuadamente la pintura	SSPC-PA1	Hoja técnica
Se respetó el tiempo de inducción y el tiempo de vida útil de la pintura	SSPC-PA1	Hoja técnica

Fuente: De la Cruz, 2010, p.78

Tabla 8*Normas relacionadas a la aplicación de pintura*

Descripción	Norma o documento de referencia	Admisibilidad
Aire comprimido limpio	ASTM D4285	0% aceite y humedad
Equipo de aplicación en buen estado	SSPC-PA1/ASTM D3276	Acabado uniforme
Se limpió el equipo de aplicación	SSPC-PA1	Hoja técnica
El pintor conoce el plan de pintado	Procedimiento	NA
Se determinó la temperatura de superficie	ASTM D3276/E337	5 - 49°C
Se determinó la temperatura de rocío: antes y durante la aplicación	ASTM D3276/E337	Tsup - Trocio > 3°C
Se determinó la temperatura de rocío: antes y durante la aplicación	ASTM D3276/E337	HR < 85%
Las condiciones ambientales son favorables: antes y durante la aplicación	ASTM D3276	Hoja técnica
Se aplicó espesor de película húmedo adecuado	ASTM 4414/D 3276	Hoja técnica
No hay defectos de aplicación con riesgo de falla prematura	Visuales /ASTM D3276	Especificación de obra
Confirmar los tiempos de secado y curado en función a la temperatura y HR% especificados	ASTM D1640	Hoja técnica
Los espesores secos son adecuados y calibración y ajuste de medidores	SSPC-PA2/ASTM B499	Especificación de obra
Se aplicará otra capa	SSPC-PA1	Especificación de obra
Control del tiempo de secado o grado de curado para repintar, manipular o trasladar	SSPC-PA1	Hoja técnica
Se aplicaron las franjas de refuerzo	SSPC-PA1	Especificación de obra
Inspección de contaminantes visibles antes de aplicar la pintura o entre capa y capa	Visuales /ASTM D3276	Ausencia total

Fuente: De la Cruz, 2010, p.80.

Tabla 9*Normas relacionadas a la evaluación final*

Descripción	Norma o documento de referencia	Admisibilidad
El sistema de pintado ha curado	ASTM D5402/4752	Sin remoción
Se midieron espesores de película seca EPS del sistema final o total de pintado	Especificación de la obra/Procedimiento SSPC-PA2/ASTM B499	Especificaciones de la obra
Inspección de defectos en la película seca de la pintura de acabado	Visual (Naval Civil Engineering USA)	Ausencia absoluta de defectos
Detección de partes descubiertas o porosidad	ASTM D5162	Ausencia total
Inspección de apariencia general de película	Visual (ASTM D5161)	De acuerdo a especificación de obra
Se corrigieron defectos de acuerdo al plan de pintado de resanes y retoques.	SSPC-PA1	Especificación de obra y procedimientos

Fuente: De la Cruz, 2010, p.80.

2.2.2. Calidad

Para Evans (2014) la calidad puede ser definida desde seis perspectivas:

- Perspectiva trascendente, que hace referencia a la excelencia y es la más usada por los consumidores. Siendo Walter Shewhart el primero en definirla como “la bondad de un producto” (p. 6).

- Perspectiva del producto, relacionada con la cantidad de algún atributo, es decir mientras mayores cantidades de atributos en un producto representan mayor calidad (p. 6).
- Perspectiva del usuario, hace referencia al grado de desempeño del producto en su función predeterminada (p. 7).
- Perspectiva del valor, se refiere a la relación entre los beneficios del producto con el precio (p. 7).
- Perspectiva de la manufactura, hace referencia a la conformidad con las especificaciones, es decir a los estándares que los bienes y servicios deben cumplir (p. 8).
- Perspectiva del cliente, según la ASQ y la ANSI (1978) “definieron calidad como la totalidad de particularidades y características de un producto o servicio que están relacionadas con su capacidad para satisfacer necesidades determinadas”. Dicha definición está motivada por la necesidad de satisfacer a los clientes (p. 8).

Garvin (1988: 40; 1984) habla de un enfoque trascendente para definir la calidad como excelencia y Steenkamp (1989) de una perspectiva metafísica que concibe la calidad como la innata excelencia. El concepto de calidad como excelencia tiene una antigua tradición, que se remonta hasta los filósofos griegos como Platón y prosigue con el trabajo artesanal. En aquellos tiempos, la calidad se concebía como la posesión por una cosa de la virtud de ser «la mejor», entendida como un estándar absoluto, en vez de lo chapucero o fraudulento (Camisón, 2006, p.150).

2.2.3. Lean Manufacturing

Se puede definir como (Hernández, 2013) “una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios” (p. 10).

Lean Manufacturing debe considerarse como una transformación cultural para que sea duradera y sostenible, para lo cual se vale de herramientas, técnicas y del talento humano.

Para Rajadell (2010), Lean Manufacturing es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar (p.2)

Según Gutiérrez (2010, p.98) indica que para lograr un proceso esbelto se debe partir de los siguientes principios:

- Especificar el valor para cada producto desde el punto de vista del cliente final (qué se agrega).
- Identificar el flujo del valor y eliminar el desperdicio.
- Agregar valor en flujo continuo a través de las diferentes etapas del proceso.
- Organizar el proceso para que produzca sólo cuando el cliente lo solicita.
- Buscar la perfección.

En los procesos donde existen actividades que no agregan valor (desperdicios). Los principios mencionados contribuyen con la mejora, al especificar lo que es valioso para el cliente, y de esta manera alinear mejor las acciones que crean valor, efectuando estas actividades sin interrupciones y llevándolas a cabo con frecuencia y de manera más efectiva.

Desperdicio

Según Gutiérrez (2010), indica que debe considerarse como un desperdicio o muda toda acción que incurre en un costo y no genera valor al producto o servicio final. Además se identifica siete tipos de desperdicio: sobreproducción, esperas, transportación, sobreprocesamiento, inventarios,

movimientos y retrabajos. A continuación, consideramos las descripciones citadas por Gutiérrez (2010), donde se detallan los tipos de desperdicio según Drew (2004):

- Sobreproducción, producir de más o antes de que lo necesite el cliente.
- Esperas, tiempo donde no se genera valor al producto, ocasionados por máquinas o personas.
- Transportación, ocasionado por movimientos innecesarios de materiales y personas.
- Sobreprocesamiento, esfuerzos no requeridos que no agregan valor.
- Inventarios, mayor cantidad de partes y materiales que el requerido para atender los pedidos del cliente
- Movimientos, se refiere al movimiento innecesario de las personas y materiales dentro de un proceso
- Retrabajo, repetición o corrección de un proceso por un error.

2.2.4. Six Sigma

Six sigma es una metodología para la mejora de procesos, la cual se basa en realizar análisis estadísticos con el fin de poder reducir o solucionar la causa raíz de un problema.

Esta metodología se aplicó por primera vez en Motorola para medir la calidad de sus productos y servicios. Fue el ingeniero Bill Smith quien observó las considerables fallas del sistema y sugirió como una de las causas la complejidad del sistema y estableciendo como meta mejorar la calidad de sus productos y servicios. En 2014, Evans sostiene que:

Es Jack Welch en General Electric quien populariza esta metodología.

Según Welch: los gerentes de planta pueden usarlo para reducir el desperdicio, mejorar la consistencia del producto, resolver problemas del

equipo o crear capacidad; y es más plomeros, mecánicos y jardineros pueden utilizarlo para entender mejor las necesidades de sus clientes y adaptar las ofertas de servicio para satisfacer sus deseos (p. 470).

Así como General Electric son muchas las organizaciones que han aplicado Six Sigma con resultados significativos, como: Texas Instruments, 3M, Caterpillar, IBM, Xerox, Citibank, etc. En conclusión, cualquier empresa puede obtener mejoras y ahorros en sus costos al implementar la metodología Six Sigma.

Por otra parte, Gutiérrez (2010) sostiene que:

Seis Sigma es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; esto lleva a encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, tomando como punto de referencia en todo momento a los clientes y sus necesidades (p.280).

Six Sigma aplica diversas técnicas cuya implementación depende del producto, servicio o proceso a mejorar, es así que usa la metodología DMAIC que es un acrónimo de los pasos: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

- Definir: Permite tener una primera idea integral del proceso bajo análisis y fundamentalmente entender los requerimientos del cliente (Molteni, 2008, p.191)
- Medir: Permite identificar el nivel de desempeño actual del proceso y las mediciones desde la perspectiva del cliente (Molteni, 2008, p.237)
- Analizar: Permite tener conocimiento de la relación causa-efecto y por lo tanto transformar datos en información. Es una verdadera comprensión

de los factores que inciden significativamente en la satisfacción del cliente (Molteni, 2008, p.291).

- Mejorar: Para diseñar las acciones de mejora, ponerlas a prueba y diseñar el plan de implementación (Molteni, 2008, p.327).
- Controlar: Se enfoca en cómo mantener las mejoras (Evans, 2014, p.495)

Según Evans (2014) la filosofía central de Six Sigma se basa en:

- Pensar enfocado en el proceso de negocios y requerimientos del cliente, en base a los objetivos estratégicos.
- Concentrarse en apoyo de las actividades del equipo, promoviendo el cambio y facilitando los recursos necesarios.
- Promover que las medidas deben ser cuantificables.
- Identificar los indicadores necesarios que se enfoquen en los resultados, que permitan proporcionar incentivos e identificar responsabilidades.
- Ejecutar capacitaciones, promover la reducción de actividades que no generan valor agregado a fin de reducir el tiempo del ciclo.
- Fomentar el desarrollo del personal altamente calificado para la mejora de los equipos de trabajo y la implementación de mejoras.
- Establecer objetivos.

2.2.5. Lean Six Sigma

La fusión de ambas metodologías es considerada por diferentes autores como uno de los mejores sistemas para la mejora de procesos.

Para el Ing. Walter Izaguirre (2020) consultor empresarial en Perú, actualmente la metodología de mejora continua con mayor reconocimiento es Lean Six Sigma, porque permite obtener resultados convenientes, como: reducción de defectos, mejora de tiempos de producción y entrega, así como mejorar costos y reducir gastos.

Para Socconini (2020), la metodología Lean Six Sigma es válida en todas las empresas, indiferentemente del tamaño, rubro o tiempo de funcionamiento; y con beneficios más duraderos que los obtenidos con otras metodologías. En tal sentido la fusión de Lean Management y Six Sigma, brinda excelentes resultados, garantizando un incremento en la satisfacción del cliente, en el nivel de calidad, mejores procesos y disminución de reclamo; en general mejorando el proceso.

Para Al Stroucken, consejero delegado de Owens-Illinois:

Lean Six Sigma ofrece a su equipo «unas herramientas y un marco con los que se resuelven problemas y se tratan cuestiones complicadas. En último término, las personas sienten que pueden marcar una diferencia y están preparadas para enfrentarse a nuevos desafíos. El trabajo en equipo y la resolución de problemas pasan a formar parte de nuestra cultura y la empresa obtiene beneficios financieros y rendimiento en general (George, 2014, p.2).

2.2.6. El costo de la calidad

Para Gutiérrez (2010) los costos de calidad son los costos totales asociados al sistema de gestión de la calidad y pueden utilizarse como medida de desempeño del sistema de calidad. Estos costos se dividen en costos originados en la empresa para asegurar que los productos tengan calidad y costos por no tener calidad que resultan de las deficiencias en productos y procesos. A estos últimos se les conoce como costos de no calidad o de mala calidad (p.23-24).

2.3. Conceptual

Costo de no tener calidad: Son aquellos que resultan de las deficiencias en productos y procesos. También conocido como costo de mala calidad, significa una utilización deficiente de los recursos financieros y humanos, con lo que entre más deficiencias y fallas se tengan, los costos por lograr la calidad y por no tenerla serán más elevados. (Gutiérrez, 2010, p.23). Es decir es el costo por fallas internas dadas dentro de la empresa como: los reprocesos, reinspección y reparaciones; y los costos por fallas externas que son detectadas por el cliente, una vez entregado el producto.

Desempeño de la organización: El éxito de una organización se debe procurar desde la selección y el seguimiento de los proveedores (que es la primera parte del proceso de la empresa), pasando por el bienestar de los empleados (ningún éxito duradero se puede fincar en estos tiempos con trabajadores insatisfechos, atemorizados y que no están creciendo como personas), hasta llegar a la calidad de los resultados operacionales (evaluaciones de calidad, productividad, etc.) (Gutiérrez, 2010, p.25). En tal sentido el desempeño organizacional es el resultado medible de una serie de aspectos que ayudarán en la propuesta e implementación de políticas de mejora que darán beneficios a la empresa.

Eficiencia: Gutiérrez define eficiencia como: la relación entre los resultados logrados y los recursos empleados, se mejora principalmente optimizando el uso de los recursos, lo cual implica reducir tiempos desperdiciados, paros de equipo, falta de material, retrasos, etc. (2009, p.9). La eficiencia es el uso del mínimo de recursos posibles y tiempo, para el logro de objetivos y metas. El cual no debe confundirse con eficacia, que es la capacidad para lograr objetivos o metas sin considerar los recursos empleados.

Fuerza laboral: Cualquier persona que participa en forma activa en la realización del trabajo de una organización. Esto abarca a los empleados asalariados lo mismo que a los voluntarios y los que se encuentran por contrato, y comprende

a líderes de equipo, supervisores y gerentes y directivos de todo tipo. Muchas empresas se refieren a sus empleados como “asociados”, “socios” o “recurso humano” (Evans, 2014, p.151,152, 154). La fuerza laboral es el conjunto de personas que forman parte de la empresa independientemente de su jerarquía dentro de esta y constituye el recurso más importante de la empresa ya que su rendimiento repercute en los objetivos y metas de la empresa.

Liderazgo: plantea la forma en la que los líderes definen un rumbo, asumen los retos que el entorno presenta a su organización y la manera cómo establecen estrategias innovadoras para responder al mismo con una ejecución centrada en prioridad (Gutiérrez, 2010, p.27). Es decir liderazgo es el conjunto de habilidades que se desarrollan y demuestran para la ejecución de determinadas tareas de dirección de un grupo de personas.

Proceso: En una primera aproximación, podemos definir un proceso como un conjunto de actividades realizadas por un individuo o grupo de individuos cuyo objetivo es transformar entradas en salidas que serán útiles para un cliente (Camisón, 2006, p.833). Por otra parte la ISO, define el termino proceso como el conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto ((ISO 9000:2015, p.15). En tal sentido el proceso de aplicación de pinturas describe diferentes etapas de un proceso que tiene por finalidad la protección anticorrosiva de una superficie.

Requisitos de la calidad: Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria relativo a la calidad, es decir al grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos (ISO 9000:2015, p.19). Los requisitos de la calidad son una serie de requerimientos considerados como adecuados para el cumplimiento de determinadas funciones y que generalmente son obligatorios de cumplir.

Satisfacción del cliente: El Glosario de Calidad de la ASQ define la satisfacción del cliente como el resultado de entregar un producto o servicio que cumpla con

los requisitos del cliente (Evans, 2014, p.98). Entonces podemos entender la satisfacción del cliente como aceptación de un producto o servicio que cumple con sus necesidades o expectativas.

2.4. Definición de términos básicos

Cuestionario: Según Hernández (2014) un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir (Chasteauneuf, 2009). Debe ser congruente con el planteamiento del problema e hipótesis (Brace, 2013) (p.217).

Encuesta: Para Hernández (2014) las encuestas de opinión son consideradas investigaciones no experimentales transversales o transeccionales descriptivas o correlacionales-causales, ya que a veces tienen los propósitos de unos u otros diseños y a veces de ambos (Archeater, 2005). Generalmente utilizan cuestionarios que se aplican en diferentes contextos (p.159).

Pinturas: son producto industriales líquidos, pastosos o pulverulentos que, aplicados sobre cualquier tipo de substrato, se transforman mediante procesos físicos o químicos en una película sólida, adherida, continua y duradera cuya finalidad es proyectora, estética o alguna otra específica (Flores, 2013, p.27).

Población: Conjunto de individuos de la misma especie que ocupan determinada área geográfica (RAE, 2020)

Six Sigma: es un enfoque de mejora de negocios que busca encontrar y eliminar las causas de defectos y errores en los procesos de manufactura y servicios (Evans, 2014, p.469).

Vigas: cuando (Meli, 1985) “una barra sujeta a cargas normales a su eje es una viga, aunque este nombre se le asigna comúnmente sólo cuando la barra es horizontal” (p. 274).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

Hipótesis general

Existe una relación significativa entre el Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.

Hipótesis específica

- a. Existe una relación significativa entre los requisitos de la calidad y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.
- b. Existe una relación significativa entre la eficiencia y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.
- c. Existe una relación significativa entre la fuerza laboral y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.
- d. Existe una relación significativa entre el liderazgo y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.

3.2. Definición conceptual de variables

Variable dependiente: Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero

Camisón, (2006) hace referencia a diversos enfoques conceptuales de la calidad, los cuales se muestran en la tabla 10.

Tabla 10*Conceptos de calidad*

Autores	Enfoque	Acento diferencial	Desarrollo
Platon	Excelencia	Calidad absoluta (producto)	Excelencia como superioridad absoluta, «lo mejor». Asimilación con el concepto de «lujo». Analogía con la calidad de diseño
Sherhart Crosby	Técnico: conformidad con especificaciones	Calidad comprobada / controlada (procesos)	Establecer especificaciones. Medir la calidad por la proximidad real a los estándares. Énfasis en la calidad de conformidad. Cero defectos
Deming Taguchi	Estadístico: pérdidas mínimas para la sociedad, reduciendo la variabilidad y mejorando estándares	Calidad generada (producto y procesos)	La calidad es inseparable de la eficacia económica. Un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo coste. La calidad exige disminuir la variabilidad de las características del producto alrededor de los estándares y su mejora permanente. Optimizar la calidad de diseño para mejorar la calidad de conformidad
Feigenbaum Juran Ishikawa	Aptitud para el uso	Calidad planificada (sistema)	Traducir las necesidades de los clientes en las especificaciones. La calidad se mide por lograr la aptitud deseada por el cliente. Énfasis tanto en la calidad de diseño como de conformidad.
Parasuraman Berry Zeithaml	Satisfacción de las expectativas del cliente	Calidad satisfecha (servicio)	Alcanzar o superar las expectativas de los clientes. Énfasis en la calidad de servicio.
Evans (Proter & Gamble)	Calidad total	Calidad gestionada (empresa y su sistema de valor)	Calidad significa crear valor para los grupos de interés. Énfasis en la calidad en toda la cadena y el sistema de valor.

Fuente: Camisón, 2006, p.147

Todos estos conceptos interpretan la calidad desde diferentes aspectos, siendo el concepto de calidad total aquel que procura integrar las ideas de satisfacción, conformidad, reducción de variabilidad y costos.

Es así que Camisón (2010) considera una definición más detallada de calidad total, la cual recoge del Report of the Total Quality Leadership Steering Committee and Working Councils (Evans, 1992), patrocinado por Procter & Gamble y obra de un consejo integrado por CEO de grandes corporaciones y académicos de las más prestigiosas escuelas de negocios, y que ha sido aceptada por posteriores trabajos académicos. Reza así:

Calidad total es un sistema de dirección enfocado en las personas que busca el continuo incremento de la satisfacción del consumidor a un coste real continuamente menor. Calidad total es un enfoque sistémico completo (no un área o un programa aislado), y una parte integral de la estrategia de alto nivel; trabaja horizontalmente cruzando funciones y departamentos, implica a todos los empleados desde la cima hasta la base, y se extiende hacia atrás y hacia delante para incluir la cadena de proveedores y la cadena de clientes. Calidad total acentúa el aprendizaje y la adaptación al cambio continuo como claves para el éxito organizativo (p.264)

Variable independiente: Lean Six Sigma

Según Závaleta (2017), Lean y Six Sigma están basadas en el principio que establece que los negocios están compuestos por procesos que empiezan por las necesidades del cliente y deben acabar con la satisfacción de las necesidades del cliente (Dumitrescu, C., Dumitrache,

M., 2011). Las ventajas de ambas metodologías, es decir, la eliminación de lo que no aporta valor con Lean, y la mejora de la calidad del producto con Six Sigma, pueden combinarse para conseguir un producto o servicio más fiable, de mayor calidad y al mejor precio posible (Dumitrescu, C., Dumitrache, M., 2011). El reto de Lean Six Sigma es creciente. Busca la efectividad y la eficiencia en los procesos. Un enfoque basado en Lean Six Sigma lleva a las organizaciones no sólo a hacer las cosas mejor, sino a hacer mejores cosas (p.39).

El Lean Six Sigma combina dos de los motores de mejora más poderosos: Lean, que ofrece mecanismos para reducir rápidamente y de manera drástica los tiempos y el desperdicio en cualquier proceso de cualquier parte de una organización, y Six Sigma, que proporciona las herramientas y las pautas organizativas que establecen unos cimientos basados en datos para una mejora prolongada en objetivos clave relacionados con los clientes. Lean Six Sigma fomenta el valor a través de una fórmula clásica: crecimiento de beneficios operativos (enfocándose en la eficiencia) + crecimiento de ingresos (enfocándose en lo que es importante para el cliente, de manera reiterada) = valor para los accionistas (George, 2014, p.10).

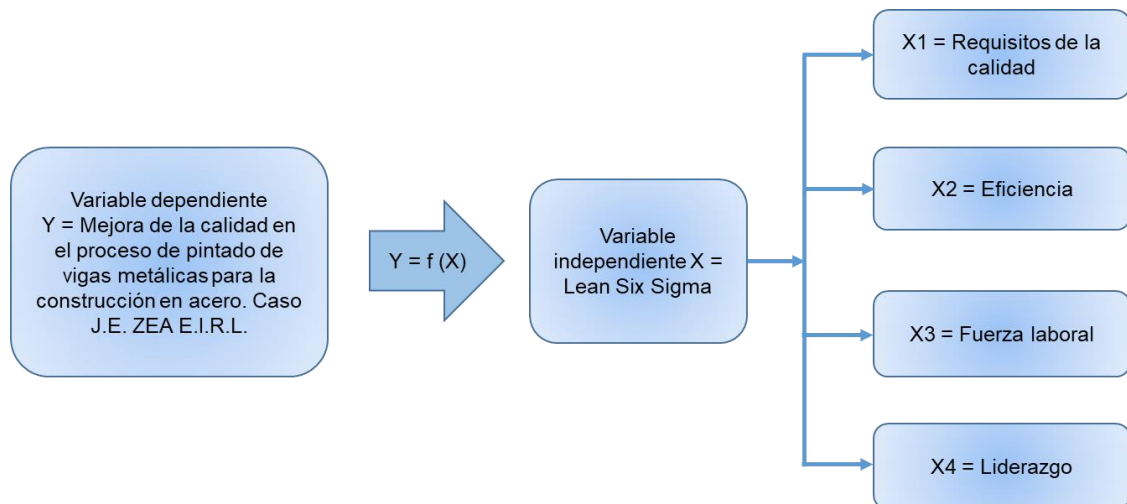
Para Evans (2014):

Six Sigma es un enfoque para la mejora del negocio, dirigido al cliente y orientado hacia resultados, que integra muchas herramientas y técnicas tradicionales de perfeccionamiento de la calidad que se han probado y validado a lo largo de los años, con una orientación de fondo y estratégica que atrae gerentes ejecutivos, y por tanto gana su apoyo. En fechas recientes, las herramientas de Six Sigma se han integrado con herramientas esbeltas para abordar no sólo problemas de calidad, sino reducción de costos y eficiencia (p.17).

La relación entre las dos variables se muestra en la figura 8:

Figura 8

Relación entre las variables



La variable X está en función de Y; es decir la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero está en función del Lean Six Sigma.

3.2.1. Operacionalización de variable

Como resultado del análisis de la problemática se obtiene la operacionalización de las variables que se detallan en la tabla 11.

Tabla 11

Operacionalización de variables

Variable dependiente	Dimensión	Indicador	Método y Técnica
Y=Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero	Y1=Satisfacción de los clientes	-Reclamos	- Investigación con enfoque cuantitativo, hipotético deductivo y de tipo correlacional. -Investigación no experimental y transversal - Uso de la técnica encuesta y el cuestionario como instrumento de recopilación de datos. -Población: 15 colaboradores -Muestra equivalente a la población
	Y2=Desempeño de la organización	-Ingresos -Satisfacción del personal -Confiabilidad de resultados	
	Y3=Costo de no tener calidad	-Mano de obra por reprocesos, reparaciones y reinspección -Consumo de pintura por desperdicio, reparaciones y reprocesos	
Variable independiente	Dimensión	Indicador	
X= Lean Six Sigma	X1=Requisitos de la calidad	-Defectos visibles -Espesor de película seca -Parámetros ambientales -Reporte de inspección y certificados	
	X2=Eficiencia	-Desperdicios -Instalaciones y ambiente de trabajo -Equipos -Estandarización de procesos -Proveedores	
	X3=Fuerza laboral	-Competencias -Capacitación -Desempeño	
	X4=Liderazgo	-Estilo de liderazgo -Comunicación -Motivación	

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo cuantitativo, porque a partir de las preguntas establecidas en las hipótesis que van a determinar las variables, se diseña un plan para evidenciarlas. Las variables se miden en un contexto específico y luego se analizan los datos obtenidos mediante métodos estadísticos, y se extraen conclusiones (Hernández, 2014, p.4).

Con respecto al alcance es de tipo correlacional porque tiene como finalidad descubrir el nivel de asociación existente entre dos o más variables en una muestra en particular (Hernández, 2014, p.93).

Desde otro punto de vista la tesis es de tipo transversal por cuanto implica que al implementar el levantamiento de información mediante el instrumento de investigación (cuestionario) se está tomando una radiografía en un momento determinado. Para Hernández (2014) los diseños de investigación transversal recolectan datos en un solo momento (p. 154).

A su vez es de tipo no experimental por no realizarse manipulación de las variables (Hernández, 2014, p. 155).

Diseño de investigación

En cuanto al diseño de la investigación, se refiere a la estrategia que involucra el conjunto de actividades, definidos por Hernández (2014):

- Plantear el problema de investigación, objetivos, hipótesis tanto general como los específicos, y la justificación de la investigación.

- Desarrollar la perspectiva teórica, mediante la revisión de literatura y construcción del marco teórico.
- Selección de la muestra
- Diseño del instrumento de medición
- Recolección de datos
- Análisis de datos
- Discusión de resultados.
- Planteamiento de conclusiones y recomendaciones

4.2. Método de investigación

El método que se utilizó en el presente trabajo corresponde al método hipotético deductivo (Tamayo, 2003, p.65), por cuanto se van a usar teorías y conceptos que se encuentran en la literatura sobre el Lean Six Sigma y la calidad para explicar el fenómeno bajo estudio.

4.3. Población y muestra

La población encuestada estuvo conformada por colaboradores. La población no excedió de 15 colaboradores, como se muestra en la tabla 12. Por lo cual la población fue igual a la muestra.

$$\eta = N$$

Donde:

η = muestra

N = población

Tabla 12

Distribución de la población

Descripción	Número
Directivos	1
Ingenieros	2
Especialistas	12

4.4. Lugar de estudio

La empresa J.E. ZEA E.I.R.L se encuentra ubicada en la zona de Jicamarca que está ubicada en el distrito de San Antonio de Chaclla en la provincia de Huarochirí en la Región Lima.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

A. Técnicas

Una vez seleccionado el diseño de investigación apropiado y la muestra adecuada con el problema de estudio e hipótesis (si es que se establecieron), el siguiente paso es la recolección de datos de la unidad de análisis (Hernández, 2014, p.198). Para el presente trabajo de investigación se usó la técnica de encuesta.

Las encuestas recogen información de una porción de la población de interés, dependiendo el tamaño de la muestra en el propósito del estudio. La información es recogida usando procedimientos estandarizados de manera que a cada individuo se le hacen las mismas preguntas en más o menos la misma manera. La intención de la encuesta no es describir los

individuos particulares quienes, por azar, son parte de la muestra, sino obtener un perfil compuesto de la población (Behar, 2008, p.62).

El modo de aplicación a usar será el de auto administrado, es decir “la encuesta se proporciona directamente a los respondientes, quienes lo contestan. No hay intermediarios y las respuestas las hacen ellos mismos” (Behar, 2008, p.63).

B. Instrumentos

Como instrumento se usó el cuestionario con preguntas cerradas con varias opciones de respuesta. Y como instrumento de recolección de datos debió reunir tres requisitos, según Hernández (2014) estos requisitos son:

- La confiabilidad, hace referencia al hecho que de ser repetida la aplicación del instrumento se obtendrán resultados iguales (p.200).
- La validez, hace referencia al grado en que el instrumento mide realmente la variable requerida (p.200).
- La objetividad hace referencia al grado en que el instrumento sea o no influenciado de sesgos y tendencias del investigador que lo aplica e interpreta (p.206).

a. Confiabilidad del instrumento

Para medir la confiabilidad se usó el alfa de Cronbach (desarrollado por J.L. Cronbach), el cual permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medición. El alfa de Cronbach permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan al mismo constructo o dimensión teórica. La medida de la fiabilidad mediante el Alfa de

Cronbach asume que los ítems miden un mismo constructo y que están altamente correlacionados. Cuanto más cerca se encuentre el valor de alfa a uno mayor es la consistencia interna de los ítems analizados, en la tabla 13 se muestra la escala de interpretación.

Tabla 13

Escala de interpretación de la magnitud del coeficiente de confiabilidad

Coeficiente de correlación	Magnitud
0,70 a 1,00	Muy fuerte
0,50 a 0,69	Sustancial
0,30 a 0,49	Moderada
0,10 a 0,29	Baja
0,01 a 0,09	Despreciable

Fuente: Lao (2016), p.68.

Cuya fórmula utilizada es:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Donde:

K: Número de ítems

S_i^2 : Sumatoria de varianzas de los ítems

S_T^2 : Varianza de la suma de los ítems

α : Coeficiente alfa de Cronbach.

De esta fórmula se obtienen la confiabilidad del instrumento, el cual se muestra en la tabla 14.

Tabla 14*Confiabilidad del instrumento*

Variable	Nº de Ítems	Alfa de Cronbach	Confiabilidad
Instrumento en general	30	0.856	Muy fuerte
Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero	13	0.822	Muy fuerte
Lean Six Sigma	17	0.757	Muy fuerte

El coeficiente alfa de Cronbach para el instrumento fue 0.856, para la variable Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero fue 0.822 y para la variable Lean Six Sigma fue 0.757, lo cual significa que el instrumento tiene muy fuerte confiabilidad y su aplicación en la presente investigación es recomendable para recoger información.

b. Validación del instrumento

Se consideró los siguientes criterios para la validación del instrumento: la relación entre el objetivo del cuestionario con uno o más problemas del proyecto de investigación, la claridad del objetivo, la claridad de las instrucciones, la relación entre las preguntas y el objetivo, la secuencia lógica de las preguntas, la capacidad de los encuestados en dar respuestas validas, no se presentan preguntas desconocidas y la confiabilidad para el propósito de la investigación.

En base a estos criterios el instrumento fue sometido a la prueba de jueces o expertos, la cual estuvo conformada por docentes doctores que laboran en la UNAC en la Facultad de Ingeniería Química, como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15

Valides del instrumento

Experto	Validación	Aplicabilidad
Dr. Carlos Alejandro Ancieta Dextre	Hay validez	Es aplicable
Dr. Salvador Apolinar Trujillo Pérez	Hay validez	Es aplicable

Fuente: Anexo 3

4.6. Análisis y procesamiento de datos

La información recolectada a partir de las encuestas, fue revisada y organización. Para medir por escalas se usó el escalamiento de Likert. Desarrollado por Rensis Likert en 1932; el enfoque propone un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, para los cuales se solicita la respuesta de los participantes (Hernández, 2014, p.238).

Para el procesamiento de datos se usó el software estadísticos SPSS para obtener relaciones entre los diversos indicadores, que permitan contrastar las hipótesis planteadas. Mediante el cual se determinará la correlación entre las dos variables, lo que significa que ambas variables comparten información.

Entre los coeficientes tenemos el rho de Spearman, simbolizado como r_s , que es la “correlación para variables en un nivel de medición ordinal (ambas), de tal modo que los individuos, casos o unidades de análisis de la muestra pueden ordenarse por rangos (jerarquías)” (Hernández, 2014, p.324).

Siendo el coeficiente de correlación de Pearson (r), el más utilizado para evaluar la asociación lineal entre dos variables X e Y. El cual mide si los puntos tienen tendencia a disponerse en una línea recta. Puede tomar valores entre -1 y +1. Es un método estadístico paramétrico, ya que utiliza la media, la varianza, y por tanto, requiere criterios de normalidad para las variables analizadas.

V. RESULTADOS

Para efecto del análisis de los datos y la obtención de resultados, se aplicó el programa estadístico SSPS.

5.1. Resultados descriptivos

En este apartado se muestran los resultados que permitieron analizar el comportamiento descriptivo de las variables bajo estudio. Para este estudio se determinaron tres niveles, las cuales son: bajo, medio y alto.

El primer resultado obtenido corresponde a la distribución de la percepción de los participantes respecto a la variable Lean Six Sigma, véase tabla 16 y figura 9

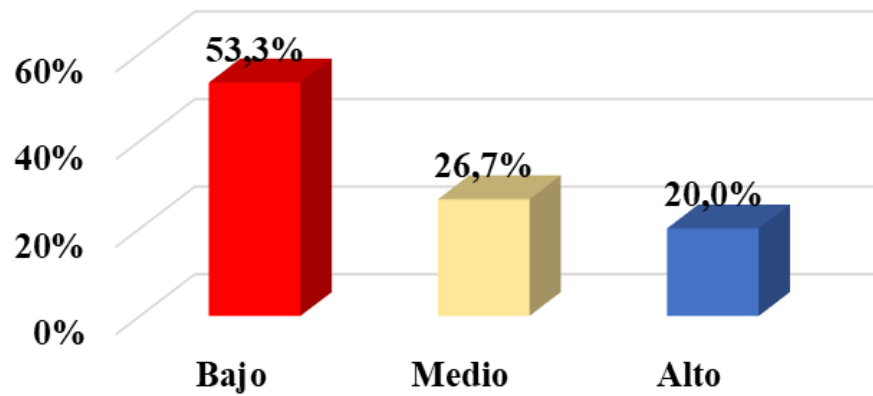
Tabla 16

Distribución del nivel de Lean Six Sigma

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	8	53,3%
Medio	4	26,7%
Alto	3	20,0%
Total	15	100,0%

Figura 9

Distribución del nivel de Lean Six Sigma



Los resultados muestran que del 100% de los participantes, el 53.3% (8) muestran un nivel bajo de percepción de la variable Lean Six Sigma, en el sentido de que desconocen el concepto de este parámetro; mientras que el 26,7% (4) representan un nivel medio de percepción y el 20,0% (3) en el nivel alto de percepción.

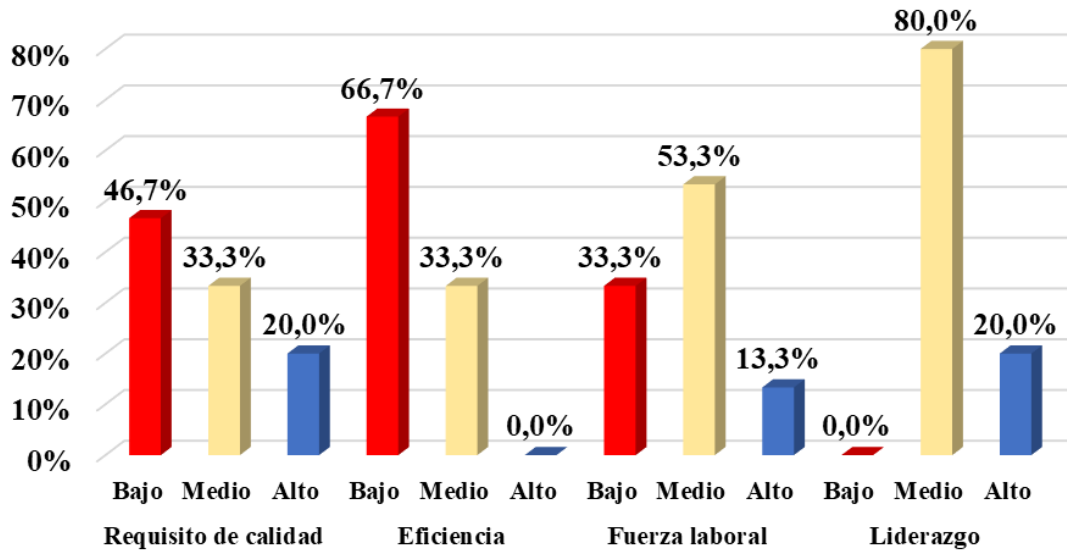
En cuanto a las dimensiones que forman parte de la variable Lean Six Sigma, la percepción de los participantes en relación a la importancia de dicha variable se visualiza en la tabla 17 y la figura 10.

Tabla 17*Distribución del nivel de las dimensiones de Lean Six Sigma*

Dimensiones	Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Requisito de la calidad	Alto	3	20,0%
	Medio	5	33,3%
	Bajo	7	46,7%
	Total	15	100,0%
Eficiencia	Alto	0	0,0%
	Medio	5	33,3%
	Bajo	10	66,7%
	Total	15	100,0%
Fuerza laboral	Alto	2	13,3%
	Medio	8	53,3%
	Bajo	5	33,3%
	Total	15	100,0%
Liderazgo	Alto	3	20,0%
	Medio	12	80,0%
	Bajo	0	0,0%
	Total	15	100,0%

Figura 10

Distribución del nivel de las dimensiones de Lean Six Sigma



Del 100% de participantes, en la dimensión requisitos de la calidad predominó el nivel bajo 46,7% (7); en el caso de la dimensión eficiencia el nivel predominante fue bajo 66,7% (10), en la dimensión fuerza laboral el nivel predominante fue medio 53,3% (8) y en la dimensión liderazgo el nivel predominante también fue medio 80,0% (12). En tal sentido dichos valores representan la necesidad de reforzar los conceptos que abarca dichas dimensiones.

En cuanto a la importancia de la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, se detalla la distribución de la percepción de los encuestados en la tabla 18 y figura 11.

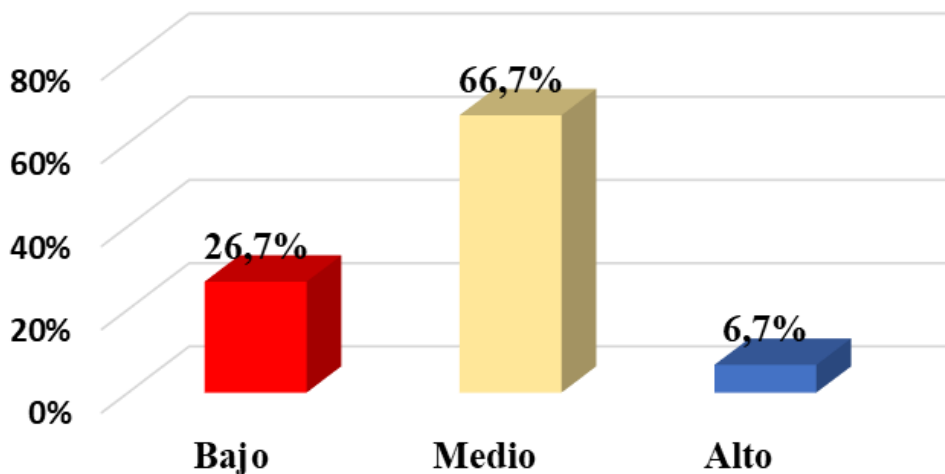
Tabla 18

Distribución del nivel mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	4	26,7%
Medio	10	66,7%
Alto	1	6,7%
Total	15	100,0%

Figura 11

Nivel mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero



Del 100% de participantes, el 66,7% (10) muestra que predominó el nivel medio en la percepción de la variable mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, el 26,7% (4) tuvieron en el nivel bajo y el 6,7% en el nivel alto. En tal sentido dichos valores representan la necesidad de reforzar los conceptos que abarca dicha variable.

Respecto a la importancia de las dimensiones de la variable mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, se detalla la distribución de la percepción de los encuestados en la tabla 19 y figura 12.

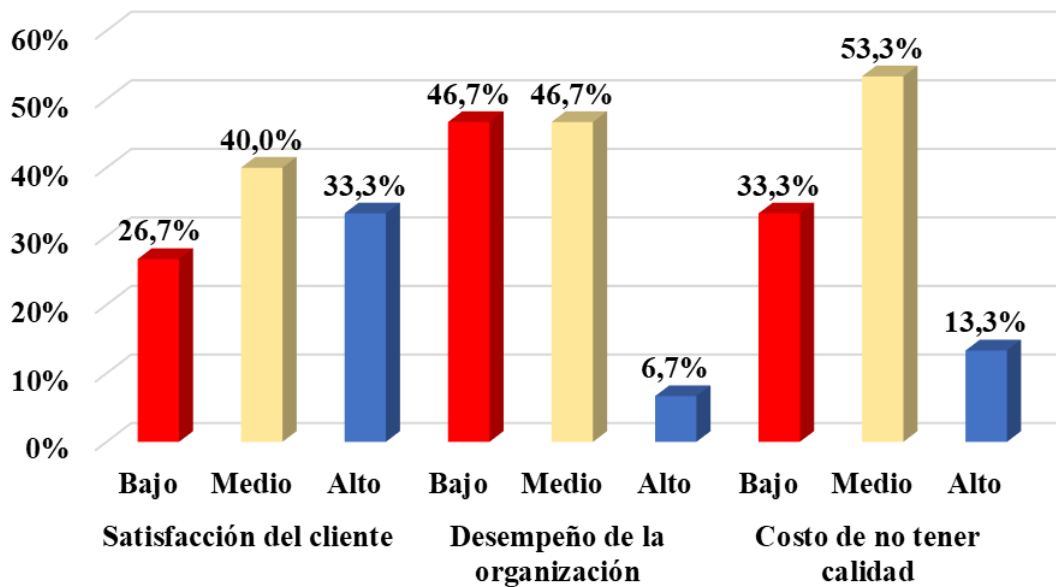
Tabla 19

Distribución del nivel de las dimensiones de mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero

Dimensiones	Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Satisfacción del cliente	Alto	5	33,3%
	Medio	6	40,0%
	Bajo	4	26,7%
	Total	15	100,0%
Desempeño de la organización	Alto	1	6,7%
	Medio	7	46,7%
	Bajo	7	46,7%
	Total	15	100,0%
Costo de no tener calidad	Alto	2	13,3%
	Medio	8	53,3%
	Bajo	5	33,3%
	Total	15	100,0%

Figura 12

Distribución del nivel de las dimensiones de mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero



Del 100% de participantes, en la dimensión satisfacción del cliente predominó el nivel medio 40,0% (6), en la dimensión desempeño de la organización predominó el nivel bajo y medio 46,7% (7) y en la dimensión costo de no tener calidad predominó el nivel medio en 53,3% (8). En tal sentido dichos valores representan la necesidad de reforzar los conceptos que abarca dichas dimensiones.

5.2. Resultados inferenciales

En inferencia estadística es necesario realizar la prueba de contrastación de hipótesis, para lo cual se cuenta con pruebas como: Pearson y Spearman. Ambas pruebas consideran variables numéricas; sin embargo Pearson se utiliza para valores con una distribución normal; y, Spearman se utiliza para valores con distribución no normal.

Para comprobar la distribución de las variables y sus dimensiones se usó la prueba de Shapiro-Wilk, por ser recomendable para muestras pequeñas ($n < 50$), que es el caso del presente estudio. Para tal efecto se planteó las siguientes hipótesis:

H0: La distribución de los datos es normal

Ha: La distribución de los datos no es normal

Prueba estadística: Prueba de Shapiro - Wilk ($n < 50$)

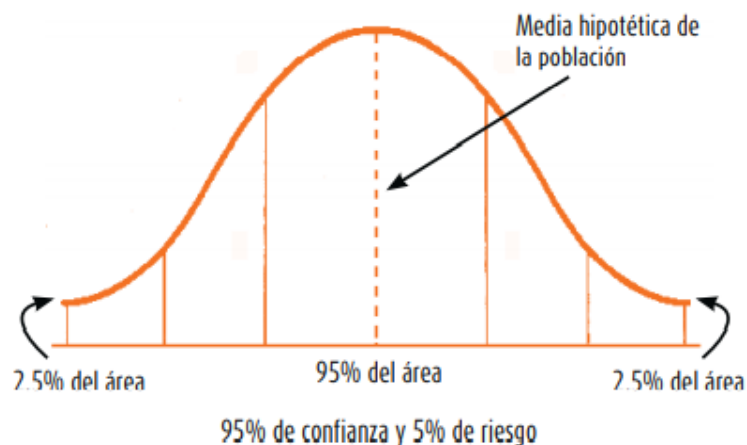
Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$ (5%), significativo.

$\alpha = 0.01$ (1%), muy significativo.

Para la investigación se consideró un nivel de significancia de 0.05, el cual implica un 95% de seguridad para generalizar sin equivocarse y sólo 5% en contra, lo cual se muestra en la figura 13. “El nivel de significación representa áreas de riesgo o confianza en la distribución muestral” (Hernández, 2014, p.303).

Figura 13

Nivel de significancia 0.05



Fuente: Hernández, 2014, p.303

Regla de decisión: Si “p-valor” (significancia) < 0,05, se rechaza Ho, los datos no tienen una distribución normal.

Si “p-valor” (significancia) > 0,05, se acepta Ho, los datos tienen una distribución normal.

Los resultados de la prueba de normalidad se muestran en la tabla 20.

Tabla 20

Prueba de normalidad

Variable y dimensiones	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grados de libertad	Significancia
Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero (Y)	0,914	15	0,155
Lean Six Sigma (X)	0,901	15	0,099
Dimensión requisito de la calidad (X1)	0,924	15	0,218
Dimensión eficiencia (X2)	0,817	15	0,006
Dimensión fuerza laboral (X3)	0,748	15	0,001
Dimensión liderazgo (X4)	0,499	15	0,000
Dimensión satisfacción del cliente (Y1)	0,817	15	0,006
Dimensión desempeño de la organización (Y2)	0,882	15	0,050
Dimensión costo de no tener calidad (Y3)	0,871	15	0,034

Para la variable Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero ($p\text{-valor}=0.155 > 0.05$) los datos tienen una distribución normal y en la variable Lean Six Sigma ($p\text{-valor}=0.099 > 0.05$) registra también una distribución normal. Es así que se concluye en aplicar la prueba de Pearson para estas variables.

De otro lado la dimensión requisito de calidad también presenta una distribución normal ($p\text{-valor}=0.218 > 0.05$), por lo cual se aplicó la prueba de Pearson. En el caso de la dimensión eficiencia ($p\text{-valor}=0.006 < 0.05$), la dimensión fuerza laboral ($p\text{-valor}=0.001 < 0.005$) y la dimensión liderazgo ($p\text{-valor}=0.000 < 0.005$), no presentaron una distribución normal, por lo cual se concluyó usar la prueba de Spearman. En la tabla 21 se muestra el resumen de las pruebas a usadas.

Tabla 21

Relación de pruebas de correlación a usar

Variables a relacionar	Distribución	Prueba
X – Y	Normal	Pearson
X1 – Y	Normal	Pearson
X2 – Y	No hay normalidad	Spearman
X3 - Y	No hay normalidad	Spearman
X4 – Y	No hay normalidad	Spearman

Una vez definida la distribución de las variables y dimensiones se procedió con la aplicación de las pruebas de correlación, para evaluar el grado de correlación existente entre las variables.

Por lo tanto, se plantearon los siguientes criterios:

- Si el p-valor $< (0.05)$ se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a).
- Si el p-valor $>$ significancia (0.05) se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alterna (H_a).

Si el coeficiente de correlación varía de -1.0 (correlación negativa perfecta) a $+1.0$ (correlación positiva perfecta), considerando el 0 como ausencia de correlación entre las variables jerarquizadas.

El grado de correlación entre las variables se define como se indica en la escala de Bisquerra en la tabla 22.

Tabla 22

Rangos respecto al grado de correlación según Bisquerra

Coeficiente	Interpretación
De 0 a 0,20	Correlación prácticamente nula
De 0,21 a 0,40	Correlación baja
De 0,41 a 0,70	Correlación moderada
De 0,71 a 0,90	Correlación alta
De 0,91 a 1	Correlación muy alta

Fuente: Bisquerra, 2009, p. 212.

Con los datos obtenidos se procedió a evaluar la significancia.

Contrastación de la hipótesis general

H_0 : No existe relación significativa entre Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero.

H_a : Existe relación significativa entre Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero.

Prueba estadística aplicada: Prueba de Pearson
Nivel de significancia: $\alpha=0.05$ (5%), significativo
Regla de decisión: Si “p-valor” (significancia) < 0,05, se rechaza H_0
 Si “p-valor” (significancia) > 0,05, se acepta H_0

Con las hipótesis planteadas se obtuvieron los resultados de la prueba de correlación que se muestran en la tabla 23.

Tabla 23

Prueba de correlación entre Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero

		Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero	
	Correlación de Pearson	0,759	grado de relación
Lean Six Sigma	p-valor (bilateral)	0,001	significancia
	N	15	

El resultado muestra que con el valor obtenido de p-valor=0,001 < 0,050, el cual es muy significativo (p-valor=0.001<0.010), por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (hipótesis del investigador), interpretando que existe relación entre Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, y dado que el valor del coeficiente de correlación de Pearson = 0,759, dicha correlación es directa y alta.

Contrastación de la hipótesis específica 1

Ho: No existe relación significativa entre requisitos de la calidad y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero.

Ha: Existe relación significativa entre requisitos de la calidad y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero.

Prueba estadística aplicada: Prueba de Pearson

Nivel de significancia: $\alpha=0.05$ (5%)

Regla de decisión: Si “p-valor” (significancia) < 0,05, se rechaza Ho
Si “p-valor” (significancia) > 0,05, se acepta Ho

Los resultados que se muestran en la tabla 24.

Tabla 24

Prueba de correlación entre requisitos de la calidad y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero

		Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero
	Correlación de Pearson	0,576 grado de relación
Requisitos técnicos	p-valor (bilateral)	0,024 significancia
	N	15

Dado que el valor de p-valor=0.024 < 0,050 se aceptó la hipótesis alterna (hipótesis del investigador) y se rechaza la hipótesis nula, entendiéndose que existe relación entre la dimensión requisitos de la calidad y la variable dependiente mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas

para la construcción en acero, y en virtud que el coeficiente de correlación de Pearson = 0,576, la correlación es directa y moderada.

Correlación de la hipótesis específica 2

Ho: No existe relación significativa entre eficiencia y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero.

Ha: Existe relación significativa entre eficiencia y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero.

Prueba estadística:	Prueba de Spearman
Nivel de significancia:	$\alpha=0.05$ (5%)
Regla de decisión:	Si “p-valor” (significancia) < 0,05, se rechaza Ho Si “p-valor” (significancia) > 0,05, se acepta Ho

Los resultados se muestran en la tabla 25.

Tabla 25

Prueba de correlación entre eficiencia y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero

	Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero
Correlación de Spearman	0,645 grado de relación
Eficiencia p-valor (bilateral)	0,009 significancia
N	15

Considerando que el valor de p-valor=0,009 < 0,050 y es muy significativo (p-valor<0.010) se acepta la hipótesis alterna (hipótesis del investigador) y se rechaza la hipótesis nula, es decir, existe relación entre la dimensión eficiencia y la variable dependiente mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas

metálicas para la construcción en acero, y al obtener un coeficiente de correlación de Spearman = 0,645, la correlación es directa y moderada.

Correlación de la hipótesis específica 3

Ho: Existe relación significativa entre fuerza laboral y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero.

Ha: Existe relación significativa entre fuerza laboral y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero.

Prueba estadística:	Prueba de Spearman
Nivel de significancia:	$\alpha=0.05$ (5%)
Regla de decisión:	Si “p-valor” (significancia) < 0,05, se rechaza Ho Si “p-valor” (significancia) > 0,05, se acepta Ho

Los resultados se muestran a continuación en la tabla 26.

Tabla 26

Prueba de correlación entre fuerza laboral y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero

		Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero
	Correlación de Spearman	0,784
Fuerza laboral	p-valor (bilateral)	0,001
	N	15

Considerando que el valor de p-valor=0,001 < 0,050 y es muy significativo (p-valor<0.010) se acepta la hipótesis alterna (hipótesis del investigador) y se rechaza la hipótesis nula, entendiéndose que existe relación entre la dimensión

fuerza laboral y la variable dependiente mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, y al obtener un valor de coeficiente de correlación de Spearman = 0,784, dicha correlación es directa y alta.

Correlación de la hipótesis específica 4

Ho: Existe relación significativa entre liderazgo y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero.

Ha: Existe relación significativa entre liderazgo y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero.

Prueba estadística:	Prueba de Spearman
Nivel de significancia:	$\alpha=0.05$ (5%)
Regla de decisión:	Si “p-valor” (significancia) < 0,05, se rechaza Ho Si “p-valor” (significancia) > 0,05, se acepta Ho

Los resultados se muestran en la tabla 27.

Tabla 27

Prueba de correlación entre liderazgo y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero

		Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero
	Correlación de Spearman	0,584*
Liderazgo	p-valor (bilateral)	0,022
	N	15

Del 100% de participantes, dado que el valor de p-valor=0,022 < 0,050, con lo cual se acepta la hipótesis alterna (hipótesis del investigador) y se rechaza

la hipótesis nula, entendiéndose que existe relación entre la dimensión liderazgo y la variable dependiente mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, y al obtenerse un coeficiente de correlación de Spearman = 0,584, la correlación es directa y moderada.

5.3. Otro tipo de resultados de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis

No aplica.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

Resultados descriptivos

Los resultados descriptivos indicaron que en la variable Lean Six Sigma la percepción de los encuestados indica que el 46,7% lo considera importante. Este resultado revela la necesidad de reforzar los conceptos que abarca dicha variable.

En la variable mejora de la calidad en proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero la percepción indica que el 72.4% lo considera importante. Este resultado muestra que los colaboradores reconocen la importancia de la mejora de la calidad en proceso, sin embargo es necesario afianzar los conocimientos de Lean Six Sigma.

Resultados inferenciales

Los resultados inferenciales demuestran la aceptación de la hipótesis general de investigación, mediante la prueba estadística de Pearson para variables con distribución normal, dado que evidencia una correlación con alta significancia con un $p\text{-valor} < 0,05$, entre las variables Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, caso J. E. ZEA E.I.R.L., al presentar un coeficiente de Pearson igual a 0,759; determinándose la existencia de una correlación significativa y positiva entre ambas variables.

Por otro lado la primera hipótesis específica también se acepta, por cuanto el análisis demuestra que existe correlación de alta significancia con un $p\text{-valor} < 0,05$, entre la dimensión requisitos de la calidad y la variable mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en

acero; además de presentar un coeficiente de correlación de Pearson igual a 0,576, por lo cual es posible afirmar la existencia de una correlación directa y positiva.

Respecto a la segunda hipótesis específica se acepta, en cuanto evidencia una alta significancia entre la dimensión eficiencia y la variable mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, al presentar un p -valor $<0,05$; además al registrar el valor del coeficiente de correlación de Spearman igual a 0,645, es posible afirmar la existencia de una correlación directa y positiva.

Considerando la tercera hipótesis específica también es aceptada, por cuanto muestra una alta significancia de correlación entre la dimensión fuerza laboral y la variable mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, al presentar un p -valor $<0,05$; además al mostrar un coeficiente de correlación de Spearman igual a 0,784, se puede afirmar la existencia de una correlación directa y positiva.

La cuarta hipótesis específica también se acepta, por cuanto muestra una alta significancia entre la dimensión liderazgo y la variable mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero con un p -valor $<0,05$; y al presentar un coeficiente de correlación Spearman igual a 0,584, es posible afirmar la existencia de una correlación positiva y directa.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

En la presente investigación se demostró la relación de las Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, en donde las dimensiones requisitos de la calidad, eficiencia, fuerza laboral y liderazgo, representan características de Lean Six sigma con una percepción de la importancia de 53,3%; 33,3%; 66,9% y 80%. Lo cual se relaciona con la tesis de Aguilar (2010), en cuyos resultados evaluó la

situación organizacional, la situación técnica e infraestructura y el sistema de gestión de calidad, que representan necesidades características de una gestión de calidad y establece las dimensiones para la solución de problemas de calidad.

Así mismo Bohigues, A. (2015), en su tesis buscando el enfoque de su implementación en las Pymes, para eso realiza un análisis de los beneficios de la unión de Seis Sigma con otras metodologías de trabajo, concluyendo que la mayoría de los responsables de las empresas participantes no aplican Six Sigma, haciendo mención que la fusión Six Sigma y Lean Manufacturing puede facilitar las mejoras en la calidad y productividad. Esta conclusión concuerda con la hipótesis propuesta en la presente investigación, la cual se demuestra con el coeficiente de correlación de Pearson igual a 0.759 entre las variables Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, es decir existe una correlación directa y alta entre ambas variables, lo cual demuestra que la factibilidad de su uso para la mejora de procesos.

Por otra parte, Aguilar, D. (2019), en la tesis “Modelo de Gestión de Calidad para la Mejora en la Aplicación de un Sistema Antiincrustantes en Embarcaciones Marinas”, obtuvo como resultado que la relación del Modelo de Gestión de Calidad con las variables estructura, procesos y resultado es positiva y alta, al existir una correlación de 0,977; 0,972 y 0,760 y un nivel de significancia de 0,000; 0,000 y 0,004 respectivamente; y un coeficiente de Spearman entre la variable dependiente e independiente de 0,972. De igual manera en la presente investigación el coeficiente de correlación entre la variable dependiente e independiente fue de 0,759, directa y alta. Mientras que para la correlación con las dimensiones se obtuvo valores de 0,576; 0,645; 0,784 y 0,784; todas directas y con una relación entre moderada y alta; y significativas o muy significativas.

Asimismo Moreto, D. (2019), en su tesis obtuvo un coeficiente de correlación de Spearman de 0.774, entre la variable independiente Metodología Six Sigma como herramienta para la auditoría integral y la variable dependiente

calidad de servicio, y un valor sig. Bilateral de 0.00 que es menor al valor sig. Bilateral teórico de 0.05, se acepta la hipótesis H_a , que señala: La aplicación de la metodología seis sigma como herramienta para la auditoría integral influye significativamente en la calidad de servicio en las cooperativas de ahorro y crédito de Lima Metropolitana, Período 2013 – 2015. Así mismo en la presente investigación el coeficiente de correlación entre la variable la variable dependiente e independiente fue de 0,759, directa y alta; confirmando su influencia en la mejora de la calidad.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

El presente trabajo de investigación cumple con el código de ética R-260-2019-CU de investigación de la UNAC, que tiene por objeto determinar el marco conductual en el desarrollo de los trabajos de investigación de la comunidad universitaria. Es así que se presenta la declaración jurada de acuerdo al reglamento vigente en el Anexo 6.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a las evidencias estadísticas, en cuanto a la hipótesis general, se demuestra que existe relación de asociación con alta significancia correlacional entre las variables Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, con un nivel muy significativo de $p\text{-valor} < 0.01$, mostrando un coeficiente de correlación de Pearson igual a 0,759, el cual indica una correlación directa y positiva.
- Considerando la primera hipótesis específica de acuerdo a las evidencias estadísticas, también se prueba que existe relación de asociación con alta significancia correlacional entre la dimensión requisitos de la calidad y la variable mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, con un nivel significativo ($p\text{-valor} < 0.05$) y un coeficiente de correlación de Pearson igual a 0,576 que es directo y positivo.
- Para la segunda hipótesis específica, se evidencia estadísticamente que existe correlación con alta significancia entre la dimensión eficiencia y la variable mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, con un nivel muy significativo ($p\text{-valor} < 0.01$) y un coeficiente de correlación de Spearman igual a 0.645, que es positiva y directa.
- Considerando la tercera hipótesis específica, en base a la evidencia estadística encontrada, se comprueba la existencia de una correlación con una significancia alta entre la dimensión fuerza laboral y la variable mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, con un nivel muy significativo ($p\text{-valor} < 0.01$) y el coeficiente de correlación de Spearman igual a 0,784, que es positiva y directa.

- Así mismo para la cuarta hipótesis específica, considerando la evidencia estadística, se comprueba la existencia de una relación de asociación con una significancia alta entre la dimensión liderazgo y la variable mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, con un nivel significativo ($p\text{-valor} < 0.05$) y un coeficiente de correlación Spearman igual a 0,584, que es directa y positiva.

RECOMENDACIONES

considerando los resultados del análisis de las variables Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, y demostrándose la existencia de una significancia alta en el grado de asociación entre las mismas, se recomienda que la empresa E.J. ZEA E.I.R.L. implemente las siguientes estrategias con el propósito de mejorar los conceptos contenidos en ambas variables antes mencionadas.

1. Definir un equipo de trabajo, de tal manera que diferentes habilidades en los miembros garanticen un correcto análisis técnico, y puedan analizar y solucionar tanto problemas inmediatos como a mediano y largo plazo.

Objetivo: Implementar Lean Six Sigma en la empresa.

Plan de acción:

- Definir los roles de cada miembro del equipo.
 - Establecer un plan de comunicación y un cronograma de reuniones, para informar y evaluar los avances de las diferentes etapas de la metodología.
 - Establecer un programa de capacitación, considerando las debilidades del personal, tanto en habilidades blandas como conocimientos técnicos.
 - Transmitir el objetivo de la metodología e incentivar la participación del personal para consolidar su compromiso con la mejora del proceso.
2. Aplicar la metodología DMAIC (definir-medir-analizar-mejorar-controlar) y herramientas Lean, de tal manera que se complementen las mejores prácticas de cada enfoque.

a. Etapa definir

Objetivo: Entender los requerimientos de los clientes.

Plan de acción:

- Realizar una revisión de los problemas u oportunidades de mejora.
- Identificar a los clientes tanto internos como externos.
- Identificación las necesidades y expectativas de los clientes.
- Desarrollo del mapa de proceso para identificar las entradas, salidas y la relación de los clientes con el proceso.
- Identificación de los indicadores que muestran el estado inicial del proceso y que serán aplicados en la etapa de control.

b. Etapa medir

Objetivo: Recolectar la información necesaria para determinar las fuentes de variación.

Plan de acción:

- Seleccionar las variables a medir, a través de la identificación de las fuentes de variación
- Recolectar datos. Identificando las fuentes como registros o el mismo proceso, validar los datos los cuales deben ser suficientes, relevantes, representativos y consistentes.
- Evaluar el sistema de medición, el cual debe ser preciso, repetible, reproducible, estable en el tiempo y a lo largo de la escala.
- Determinar el desempeño del proceso, es decir cuantificar el grado en que el proceso satisface las necesidades de los clientes.

c. Etapa analizar

Objetivo: Analizar los datos obtenidos en la etapa anterior.

Plan de acción:

- Analizar los datos y revisar los procesos
- Identificar fuentes de variación o causas raíz.
- Identificar el desperdicio, es decir las actividades que no agregan valor.
- Integrar conclusiones a través de un diagrama de afinidad y una matriz de priorización.

d. Etapa mejorar

Objetivo: Diseñar acciones de mejora.

Plan de acción

- Definir los niveles adecuados para cada variable.
- Formular posibles soluciones
- Identificar posibles soluciones, mediante la integración de soluciones, consideración del costo-beneficio y de los potenciales riesgos.
- Seleccionar las soluciones.

e. Etapa controlar

Objetivo: Mantener las mejoras.

Plan de acción

- Determinar las características a medir.
 - Determinar los medios y sistemas a usar.
 - Establecer sistemas de alarma.
 - Establecer las acciones correctivas
3. Involucrar a la gerencia general, a fin de asegurar la participación del personal en todos los niveles y los recursos necesarios para el desarrollo de la metodología.

Objetivo: Brindar soporte al equipo de trabajo, ante los requerimientos o necesidades en el desarrollo de la metodología.

Plan de acción:

- Contratar un asesor en la metodología es fundamental ya que la empresa no ha realizado anteriormente un proyecto Lean Six Sigma.
- Participar en todas las etapas del proceso de mejora, de tal manera que se brinde un soporte al equipo de trabajo responsable.
- Asegurar las capacitaciones requeridas, así como la implementación de programas estadísticos que faciliten el procesamiento de datos y los recursos necesarios.

El presente trabajo de investigación, es un trabajo novedoso por cuanto no existe en la literatura trabajos similares que relacionen ambas variables: Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, caso E. J. ZEA E.I.R.L. Por lo tanto mediante el análisis de investigación científico se demuestra que las cuatro dimensiones analizadas representan características importantes del Lean Six Sigma que permitirán establecer estrategias orientadas a la sostenibilidad de la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, A. (2010). *Propuesta para Implementar un Sistema de Gestión de la Calidad en la Empresa "Filtración Industrial Especializada S.A: de C.V." de Xalapa, Veracruz*. Tesis para obtener el grado de Maestro en Gestión de la Calidad, en la Universidad Veracruzana, Facultad de Estadística e Informática.
- Aguilar, D. (2019). *Modelo de Gestión de Calidad para la Mejora en la Aplicación de un Sistema Antiincrustantes en Embarcaciones Marinas*. Tesis para optar al grado académico de maestro en gerencia de la calidad y desarrollo humano, Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Callao. Recuperado de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/3811>
- Asociación Española para la Calidad (2020). *Normas ASTM*. Recuperado el 04 de agosto del 2020 de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/normas-astm>
- ASQ Latin America (2020). *¿Quiénes somos?* Recuperado el 4 de agosto del 2020 de <https://www.asqlatam.org/qsomos.html>
- Benzaquen, J. (2014). *La ISO 9001 y TQM en las empresas latinoamericanas: Perú*. Revista de Globalización, Competitividad y Gobernabilidad, ISSN 1988-7116, 67-89. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6962518>
- Behar, D. (2008). *Metodología de la Investigación*. Colombia: Ediciones Shalom.
- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la Investigación Educativa*. Madrid: Editorial La Muralla S.A.

- Bohigues, A. (2015). *Desarrollo e Implementación de un Modelo Seis Sigma para la mejora de la Calidad y de la productividad en Pymes Industriales, para por el grado de Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística 2º Curso, en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy*. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56192/BOHIGUES%20-%20Desarrollo%20e%20implementaci%F3n%20de%20un%20modelo%20seis%20sigma%20para%20la%20mejora%20de%20la%20calidad%20y%20de%20....pdf?sequence=4>
- Bowles, J. (1993). *Diseño de Acero Estructural*. México: Editorial Limusa S.A.C.
- Comunidad Metalmecánica en Perú, (2020). *Empresas del Sector Metalmecánico que Operan en el Perú*. Recuperado el 04 de agosto del 2020 de <http://www.metalmecanicaperu.org.pe/Empresas.html>
- Camisón, C., Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la Calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. España: Pearson Educación S. A.
- De la Cruz, A. (mayo del 2007). *Auditoría e Inspección de Calidad Fianl de un Sistema de Pintado Industrial*. American Corrosión Control. N°11.
- De la Cruz, A. (octubre del 2010). *Curso ASTM International-Inspección de Recubrimientos de Protección*. Perú: EnginZone S.A.C.
- De la Cruz, A. (agosto del 2010). *Curso ASTM International-Selección y Especificación de Recubrimientos de Protección*. Perú: EnginZone S.A.C.
- Evans, J. & Lindsay, W. (2014). *Administración y control de la calidad (9na. ed.)*. México D.F.: Cengage Learning.

- Flores, S., García, H. y Díaz, I., (2013). *Curso teórico-práctico: Métodos de prevención de la corrosión*. Lima: Instituto de Corrosión y Protección. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Global Registry (2020). *About us*. Recuperado el 04 de agosto del 2020 de <https://sixsigmaglobalregistry.com/who-we-are/>
- George, M. (2014). *La Guía Lean Six Sigma para Hacer más con Menos*. Instituto para la Calidad Pontificia Universidad Católica del Perú. Resumen Ejecutivo. Recuperado el 6 de agosto del 2020 de <http://200.16.4.26/wiki-calidad/biblioteca-la-guia-lean-six-sigma-para-hacer-mas-con-menos#sthash.J6mTqqfg.dpbs>
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad (3ra. Ed.)*. México: McGrawHill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- Gutiérrez, H. y de la Vara, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma (2da. Edición)*. México: McGrawHill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- Hernández, J. y Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implementación*. Recuperado de <https://www.eoi.es/es/file/19633/download?token=VL6T1iHz>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P., (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta edición. México: MacGrawHill Education.
- Hoskote, P. (2016). *¡La calidad asusta... cuándo es muy técnica! (2da parte)*. Quality Magazine N° 189, 16-18. http://laqi.org/pdf/revistas/189_Esp.pdf
- International Association for Six Sigma Certification, IASSC (2020). *Acerca de IASSC*. Recuperado el 29 de abril del 2020 de <https://www.iassc.org/about/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019). *Economía Peruana 1950-2018*.

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1654/libro.pdf

INACAL-Instituto Nacional de Calidad (2016). Recuperado el 10 de agosto del 2020 de <https://www.inacal.gob.pe/principal/categoria/acerca-de-inacal>.

Harrington, J. (1990). *El Coste de la Mala Calidad (3ra. Edición)*

. España: Ediciones Díaz de Santos.

ISO 9000:2015 (2015). *Sistemas de Gestión de la Calidad – Fundamentos y Vocabulario*.

Izaguirre, W. (7 de febrero del 2020). *El Sistema Lean Six Sigma para*

Incrementar la Competitividad Empresarial. Asociación Peruana de Técnicos Textiles. Recuperado el 6 de agosto del 2020 de apttperu.com/el-sistema-lean-six-sigma-para-incrementar-la-competitividad-empresarial/

Lao, T. y Takakuwa, R. (diciembre del 2016). *Análisis de confiabilidad y validez de un instrumento de medición de la sociedad del conocimiento y su dependencia en las tecnologías de la información y comunicación*. Revista de Iniciación Científica. Vol. 2, N°2.

<https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/issue/view/73>

Meli, R. (1985). *Diseño estructural*. México: Editorial Limusa S.A.

Ministerio de Comercio y Turismo (2018). *Reporte Comercial de Productos*

Acero junio-2018. Dirección General de Investigación y Estudio sobre Comercio Exterior <https://www.mincetur.gob.pe/wp->

content/uploads/documentos/comercio_exterior/estadisticas_y_publicaciones/estadisticas/exportaciones/Reporte_Comercial_Acero.pdf

Molteni, R. y Cecchi, Ó. (2008). *El liderazgo de lean six sigma (2da. ed.)*. Buenos Aires: Ediciones Macchi.

NACE International (The Worldwide Corrosion Authority) (2020). Misión.

Recuperado el 04 de agosto del 2020 de <http://es.nace.org/acerca>

Rajadell, M. y Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing, la Evidencia de una Necesidad*. España: Ediciones Díaz de Santos.

Real Academia Española (2020). España. Recuperado el 10 de agosto del 2020 de <https://dle.rae.es/estructura>

Socconini, L. (11 de abril 2019). *Six Sigma. Lean Six Sigma Institute*. Recuperado el 29 de abril del 2020 de <https://www.lssi-spanish.org/post/six-sigma>

Socconini, L. y Reato, C. (2019). *Lean Six Sigma. Sistema de Gestión para Liderar Empresas*. España: Marge Books.

SSPC Colombia (Society for Protective Coatings) (2020). *Misión y Alcances*.

Recuperado el 04 de agosto del 2020 de www.sspccolombia.com/mision.html

SSPC-C1 (2013). *Fundamentos de Recubrimientos de Protección para Estructuras Industriales*. Perú: The Society for Protective Coatings.

SSPC-C2 (2013). *Planificación y Especificación de Proyectos de Recubrimientos Industriales*. Perú: The Society for Protective Coatings.

Tamayo, M. (2003). *El Proceso de la Investigación Científica*. México: Editorial Limusa S.A.

- Terán, P. y Alvarado, A. (2016). Mejoramiento de la Competitividad en Empresas PYMES del Ecuador Aplicando Lean Six sigma: Estudio de un Caso. *Gaceta Sansana*. Vol. 1, Num. 7. <http://publicaciones.usm.edu.ec/index.php/GS/article/view/70>
- The Society For Protective Coatings, versión 10a (2009). *Planificación y Especificación de Proyectos de Recubrimientos Industriales*. Estados Unidos: Autor.
- The Society For Protective Coatings, (2010). *Certification Standard for Shop Application of Complex Protective Coating Systems*. Estados Unidos: Autor.
- Whetten, D. y Cameron, K. (2011). *Desarrollo de Habilidades Directivas (8va. Ed)*. México: Pearson Educación de México S.A.C.
- Zavaleta, A. (2017). *Impacto en Resultados en la Banca Mundial de la Aplicación de Metodologías de Gestión por Procesos*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de CC Económicas y Empresariales, Departamento de Contabilidad y Organización de Empresas.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

TITULO: LEAN SIX SIGMA Y LA MEJORA DE LA CALIDAD EN EL PROCESO DE PINTADO DE VIGAS METALICAS PARA LA COSNTRUCCIÓN EN ACERO. CASO J.E. ZEA EIRL

TESISTA: CARMEN BEATRIZ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable dependiente	Dimensión	Indicador	Método y Técnica
¿Cuál es la relación que existe entre el Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.?	Determinar la relación que existe entre el Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.	Existe una relación significativa entre el Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.	Y= Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero. Caso J. E. ZEA E.I.R.L.	- Satisfacción de los clientes - Costo de no tener calidad - Desempeño de la organización	-Reclamos -Ingresos -Satisfacción del personal -Confiabilidad de resultados -Mano de obra por reprocesos, reparaciones y reinspección -Consumo de pintura por desperdicio, reparaciones y reprocesos	- Investigación con enfoque cuantitativo, hipotético deductivo y de tipo correlacional -Población: 15 colaboradores. -Investigación no experimental y transversal - Uso de la técnica encuesta y el cuestionario como instrumento de recopilación de datos -Muestra equivalente a la población
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable independiente	Dimensión	Indicador	
¿Cuál es la relación que existe entre los requisitos de la calidad y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.?	Determinar la relación que existe entre los requisitos de la calidad y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero	Existe una relación significativa entre los requisitos de la calidad y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.	X= Lean Six Sigma	-Requisitos de la calidad -Eficiencia -Fuerza laboral -Liderazgo	-Defectos visibles -Espesor de película seca -Parámetros ambientales -Reporte de inspección y certificados -Desperdicios -Instalaciones y ambiente de trabajo -Equipos -Estandarización de procesos -Proveedores -Competencias -Capacitación -Desempeño -Estilo de liderazgo -Comunicación -Motivación	
¿Cuál es la relación que existe entre la eficiencia y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.?	Determinar la relación que existe entre la eficiencia y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero	Existe una relación significativa entre la eficiencia y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.				
¿Cuál es la relación que existe entre la fuerza laboral y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.?	Determinar la relación que existe entre la fuerza laboral y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero	Existe una relación significativa entre la fuerza laboral y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.				
¿Cuál es la relación que existe entre el liderazgo y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.?	Determinar la relación que existe entre el liderazgo y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero	Existe una relación significativa entre el liderazgo y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.				

RELACIÓN DE VARIABLES: $Y = f(X)$

x = Lean Six Sigma

Y = Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero. Caso J. E. ZEA E.I.R.L

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

OBJETIVO: Conocer la opinión de la comunidad en la empresa J. E. ZEA E.I.R.L. respecto a las dimensiones relevantes del Lean Six Sigma y su relación con la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero que brinda. De tal manera que, con los hallazgos obtenidos al establecer las características de la relación entre ambas variables, complementado con investigaciones adicionales pertinentes, permitan proponer mejoras en la organización, cuya ejecución de ser consideradas pertinentes, se oriente a mejorar el nivel de calidad y eficiencia en la empresa.

Este instrumento forma parte de la investigación para el desarrollo de la Tesis de Magíster en Gerencia de Calidad y Desarrollo Humano en la Universidad Nacional del Callao.

Importante: El cuestionario tiene carácter reservado y es anónimo.

Solicitud: Le agradeceré su amable atención para brindar su opinión a las siguientes AFIRMACIONES:

Marcar según corresponda:			
Hombre	<input type="checkbox"/>	Directivo	<input type="checkbox"/>
Mujer	<input type="checkbox"/>	Ingeniero	<input type="checkbox"/>
		Especialista	<input type="checkbox"/>

Fecha: _____

Instrucciones:

Estimados entrevistados, a continuación, le presentamos el cuestionario, en la que su respuesta es sumamente importante, por lo que mucho agradeceremos leer detenidamente y, luego, marcar sólo una de las cinco alternativas:

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5

Ítem	Variables/Dimensiones	Alternativas				
		1	2	3	4	5
(Y) Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero						
Dimensión Y1: Satisfacción del cliente						
1	¿Considera que al contar con personal competente y capacitado en la empresa, garantiza la mejor calidad del proceso reduciendo los reclamos?					
2	¿Considera que contar con procedimientos estandarizados de pintado, resane e inspección en la empresa, contribuye con la homogeneidad de los trabajos y su realización de acuerdo a las normas, disminuyendo los reclamos?					
3	¿Considera que cumplir con los requisitos técnicos como especifican las normas, contribuye con la disminución de reclamos?					
4	¿Considera que contar con proveedores de pintura con capacidad de abastecimiento, garantiza el abastecimiento oportuno de pintura, reduciendo los reclamos por incumplimiento de tiempo de entrega?					
Dimensión Y2: Desempeño de la organización						
5	¿Considera que los desperdicios (mudas), incrementan trabajo que no agrega valor, disminuyendo la calidad del proceso y las utilidades en la organización?					
6	¿Considera que contar con personal con buen desempeño en sus funciones, contribuye con la mejora de la calidad del proceso y al incremento de los ingresos en la empresa?					
7	¿Considera que contar con líderes que motiven y comuniquen de manera clara y oportuna al personal, los objetivos, metas e instrucciones; contribuye en la satisfacción del personal?					
8	¿Considera usted que se debe evaluar si los proveedores de los servicios de calibración y reparación de equipos, cumplen con los requisitos de calidad necesarios, para asegurar la confiabilidad de los instrumentos?					

9	¿Considera usted que se debe contar con un control de registro de las auditorias, a fin de verificar la calidad y confiabilidad de los resultados?					
Dimensión Y3: Costo de no tener calidad						
10	¿Contar con un procedimiento estandarizado de selección de personal, basado en un manual de funciones, garantiza la selección de personal adecuado disminuyendo los desperdicios por errores del personal?					
11	¿Considera que capacitaciones en uso y mantenimiento de equipos, garantiza el mejor uso de los mismos, disminuyendo los gastos por reparación?					
12	¿Contar con equipos en buen estado y un programa de mantenimiento, garantiza la disminución de consumo de pintura por desperdicios?					
13	¿Contar con instalaciones que protejan los elementos de las condiciones ambientales (humedad, temperatura y viento), contribuye en la disminución del consumo de pintura por desperdicio, reparaciones y reprocesos?					
(X) Lean Six Sigma						
Dimensión X1: Requisitos de calidad						
14	¿Considera usted que se deben cumplir con los requisitos técnicos visuales especificados en las normas, con el fin de evitar fallas prematuras en la pintura?					
15	¿Considera usted que se debe asegurar que el personal cuente con medidores de espesor en húmedo para mejorar el control de los espesores?					
16	¿Considera usted que se debe cumplir con los espesores de película seca requeridos con el fin de optimizar el consumo de pintura?					
17	¿Considera usted que se debe monitorear y registrar periódicamente las condiciones ambientales como: temperatura y porcentaje de humedad relativa, a fin de evitar fallas prematuras en la pintura?					

18	¿Considera usted que se debe evidenciar las inspecciones realizadas por el personal, así como las realizadas por personal externo (auditorías), a fin de contrastar los resultados y verificar la calidad del proceso y entrega de certificados?					
Dimensión X2: Eficiencia						
19	¿Considera usted que se producen desperdicios (mudas) que afectan el proceso de pintado?					
20	¿Considera usted que se debe implementar un programa de 5 S, para contribuir con la mejorar la calidad del proceso de pintado?					
21	¿Considera usted que se debe tener un programa de mantenimiento preventivo efectivo, que asegure el funcionamiento continuo de los equipos?					
22	¿Considera usted que se debe contar con procedimientos estandarizados de almacenaje, pintado, resanes e inspección, que garanticen un trabajo homogéneo y correcto, que optimice los tiempos de proceso y contribuya a la mejora de la calidad?					
23	¿Considera que se debe contar con reportes de control por cada etapa del proceso, a fin de asegurar la trazabilidad del mismo?					
24	¿Considera usted que los servicios y productos brindados por los proveedores, deben cumplir con los requisitos especificados de calidad?					
Dimensión X3: Fuerza laboral						
25	¿Considera usted que el personal debe evidenciar que cuenta con las competencias necesarias para asegurar la calidad del proceso de pintado?					
26	¿Considera usted que se debe contar con un programa de capacitación permanente para asegurar el mejor desempeño en el proceso de pintado?					
27	¿Considera usted que se debe evaluar periódicamente el desempeño del personal, a fin de verificar la aplicabilidad de las capacitaciones y conocimientos?					
Dimensión X4: Liderazgo						

28	¿Considera usted de vital importancia el liderazgo del jefe de equipo de trabajo para motivar y crear un clima de confianza que asegure un mejor manejo de las operaciones?					
29	¿Considera usted que es importante contar con un sistema de comunicación de manera clara y concisa referida a los procesos de reclamos de los clientes vinculado a la calidad del proceso de pintado?					
30	¿Considera usted que es importante reconocer el buen desempeño del personal que participa en la calidad del proceso de pintado?					

Anexo 3. Validación del instrumento de medición

FICHA PARA LA VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO DE ENCUESTA

I.-DATOS DEL ESPECIALISTA QUE REALIZA LA VALIDACIÓN

Nombres y Apellidos: Carlos Alejandro Ancieta Dextre

Máximo grado académico alcanzado: Doctor

Especialidad: Doctor en Ingeniería Ambiental, en la Universidad Nacional Federico Villareal.

Institución donde labora: Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Química (FIQ).

II.- DATOS DEL PLAN DE TESIS

Título: “Lean Six Sigma y la Mejora de la Calidad en el Proceso de Pintado de Vigas Metálicas para la Construcción en Acero. Caso J. E. Zea E.I.R.L”

Problema:

¿Cuál es la relación que existe entre el Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.?

Sub problemas:

a) ¿Cuál es la relación que existe entre los requisitos técnicos y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.?

b) ¿Cuál es la relación que existe entre los requisitos técnicos y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.?

c) ¿Cuál es la relación que existe entre la eficiencia y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.?

d) ¿Cuál es la relación que existe entre la fuerza laboral y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.?

e) ¿Cuál es la relación que existe entre el liderazgo y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.?

III.- DATOS DEL CUESTIONARIO DE ENCUESTA

Objetivo del cuestionario de encuesta: Conocer la opinión de la comunidad en la empresa J. E. ZEA E.I.R.L. respecto a las dimensiones relevantes del Lean Six Sigma y su relación con la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero que brinda. De tal manera que, con los hallazgos obtenidos al establecer las características de la relación entre ambas variables, complementado con investigaciones adicionales pertinentes, permitan proponer mejoras en la organización, cuya ejecución de ser consideradas pertinentes, se oriente a mejorar el nivel de calidad y eficiencia en la empresa.

Problemas que se relacionan con el cuestionario de encuesta: sub problemas a, b, c, d y e.

IV.- CUADRO DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO

Marcar con un check (√) donde considera que corresponda

Exigencias para la validación del cuestionario	CUMPLE	NO CUMPLE
1.- El objetivo del cuestionario, tiene relación con uno o más problemas del proyecto de investigación.	✓	
2.- El objetivo del cuestionario es claro y entendible.	✓	
3.- Las instrucciones que se dan en el cuestionario son claras.	✓	
4.- Las preguntas del cuestionario guardan relación con su objetivo	✓	
5.- Las preguntas tiene secuencia lógica	✓	
6.- Los encuestados tienen capacidad para dar respuestas validas	✓	
7.- No se tienen preguntas desconocidas	✓	
8.- El cuestionario es confiable para los propósitos de la investigación.	✓	

.....
.....
.....
.....
.....



.....

Firma del validador

FICHA PARA LA VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO DE ENCUESTA

I.-DATOS DEL ESPECIALISTA QUE REALIZA LA VALIDACIÓN

Nombres y Apellidos: Salvador Apolinar Trujillo Pérez

Máximo grado académico alcanzado: Doctor

Especialidad: Doctor en Ingeniería

Institución donde labora: Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Química (FIQ).

II.- DATOS DEL PLAN DE TESIS

Título: “Lean Six Sigma y la Mejora de la Calidad en el Proceso de Pintado de Vigas Metálicas para la Construcción en Acero. Caso J. E. Zea E.I.R.L.”

Problema:

¿Cuál es la relación que existe entre el Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.?

Sub problemas:

a) ¿Cuál es la relación que existe entre los requisitos técnicos y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.?

b) ¿Cuál es la relación que existe entre los requisitos técnicos y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.?

c) ¿Cuál es la relación que existe entre la eficiencia y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J.E. ZEA E.I.R.L.?

d) ¿Cuál es la relación que existe entre la fuerza laboral y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.?

e) ¿Cuál es la relación que existe entre el liderazgo y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero, para el caso J. E. ZEA E.I.R.L.?

III.- DATOS DEL CUESTIONARIO DE ENCUESTA

Objetivo del cuestionario de encuesta: Conocer la opinión de la comunidad en la empresa J. E. ZEA E.I.R.L. respecto a las dimensiones relevantes del Lean Six Sigma y su relación con la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero que brinda. De tal manera que, con los hallazgos obtenidos al establecer las características de la relación entre ambas variables, complementado con investigaciones adicionales pertinentes, permitan proponer mejoras en la organización, cuya ejecución de ser consideradas pertinentes, se oriente a mejorar el nivel de calidad y eficiencia en la empresa.

Problemas que se relacionan con el cuestionario de encuesta: sub problemas a, b, c, d y e.

IV.- CUADRO DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO

Marcar con un check (√) donde considera que corresponda

Exigencias para la validación del cuestionario	CUMPLE	NO CUMPLE
1.- El objetivo del cuestionario, tiene relación con uno o más problemas del proyecto de investigación.	✓	
2.- El objetivo del cuestionario es claro y entendible.	✓	
3.- Las instrucciones que se dan en el cuestionario son claras.	✓	
4.- Las preguntas del cuestionario guardan relación con su objetivo	✓	
5.- Las preguntas tiene secuencia lógica	✓	
6.- Los encuestados tienen capacidad para dar respuestas validas	✓	
7.- No se tienen preguntas desconocidas	✓	
8.- El cuestionario es confiable para los propósitos de la investigación.	✓	

.....
.....
.....
.....
.....



.....
Dr. Salvador Apolinar Trujillo Pérez
Firma del validador

Anexo 4. Carta de consentimiento

J. E. ZEA E.I.R.L.

CARTA DE CONSENTIMIENTO

Se autoriza a la Srta. Carmen Beatriz Rodríguez Rodríguez, identificada con D.N.I. 40614369, a realizar el trabajo de tesis denominado "Lean Six Sigma y la Mejora de la Calidad en el Proceso de Pintado de Vigas Metálicas para la Construcción en Acero. Caso J. E. Zea E.I.R.L.", para lo cual se le darán las facilidades para desarrollar el tema, sin interrumpir las labores de los trabajadores.

Lima, 11 de septiembre del 2020.

Atentamente
J.E. ZEA E.I.R.L.

.....
Edmundo Zea Pelaiza
Gerente General

J. E. ZEA E.I.R.L.

Sr. Edmundo Zea Pelaiza
Gerente General

Anexo 5. Matriz de datos

CASO	Mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero (Y)													Lean Six Sigma (X)																
	Y1				Y2				Y3					X1						X2					X3			X4		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30
1	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4
4	5	4	5	3	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4
5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4
7	5	4	5	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4
8	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	4	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
11	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4
12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
13	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4
14	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	4
15	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	4

Anexo 6. Declaración jurada de ser el autor de la investigación


DECLARACIÓN JURADA DE SER EL AUTOR DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Carmen Beatriz Rodríguez Rodríguez, identificada con DNI N°. 40614369, perteneciente a Facultad de Ingeniería Química de la Escuela de Posgrado.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

- a) Soy el autor del documento académico titulado “Lean Six Sigma y la mejora de la calidad en el proceso de pintado de vigas metálicas para la construcción en acero. Caso J. E. ZEA E.I.R.L.”
- b) El trabajo de investigación es original y no ha sido difundido en ningún medio académico; por lo tanto sus resultados son veraces, no es copia de ningún otro.
- c) El trabajo de investigación cumplió con el análisis del sistema antiplagio de la universidad, respetando normas legales de investigación institucional, haciendo uso de las reglas normas internacionales en cuanto a citas y referencias.
- d) El trabajo de investigación cumple con el código de ética R-260-2019-CU de la Universidad Nacional del Callao.

Callao, 16 de febrero del 2021.



Firma